

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1943

N°

16

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

Edmond-Jean MOULINIER

Né le 24 juillet 1908, à Nantes (Loire-Inférieure)

Ancien Interne des Hôpitaux de Paris

-3 FEV 1943

Présentée et soutenue publiquement le.....1943

Pompe à ruban sans fin permettant les transfusions semi-lentes de sang pur

DESCRIPTION. — TECHNIQUES D'EMPLOI. — SUITES OPÉRATOIRES

*Autres usages de l'appareil
et notamment pour les injections intra-veineuses continues*

Président : M. ABRAMI, Professeur

PARIS

Librairie LOUIS ARNETTE
2, Rue Casimir - Delavigne

1943

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Nom du Candidat : **MOULINIER.**

Prénoms : **Edmond, Jean.**

Date de la soutenance :

Numéro d'ordre :

MOULINIER (Edmond - Jean).

— Pompe à ruban sans fin permettant les transfusions semi-lentes de sang pur. Description, techniques d'emploi, suites opératoires. — Autres usages de l'appareil, et notamment pour les injections intra-veineuses continues. — *Paris, Librairie Arnette 1943, in-8° r., 72 p.*

(*Th. méd. (Et.), Paris, 1943, n°*).

MOULINIER (Edmond - Jean).

— Pompe à ruban sans fin permettant les transfusions semi-lentes de sang pur. Description, techniques d'emploi, suites opératoires. — Autres usages de l'appareil, et notamment pour les injections intra-veineuses continues. — *Paris, Librairie Arnette 1943, in-8° r., 72 p.*

(*Th. méd. (Et.), Paris, 1943, n°*).

MOULINIER (Edmond - Jean).

— Pompe à ruban sans fin permettant les transfusions semi-lentes de sang pur. Description, techniques d'emploi, suites opératoires. — Autres usages de l'appareil, et notamment pour les injections intra-veineuses continues. — *Paris, Librairie Arnette 1943, in-8° r., 72 p.*

(*Th. méd. (Et.), Paris, 1943, n°*).

MOULINIER (Edmond - Jean).

— Pompe à ruban sans fin permettant les transfusions semi-lentes de sang pur. Description, techniques d'emploi, suites opératoires. — Autres usages de l'appareil, et notamment pour les injections intra-veineuses continues. — *Paris, Librairie Arnette 1943, in-8° r., 72 p.*

(*Th. méd. (Et.), Paris, 1943, n°*).

Digitized by the Internet Archive
in 2026

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE
(Diplôme d'État)

Edmond-Jean MOULINIER

Né le 24 juillet 1908, à Nantes (Loire-Inférieure)

Ancien Interne des Hôpitaux de Paris

Présentée et soutenue publiquement le.....1943

Pompe à ruban sans fin
permettant les transfusions
semi-lentes de sang pur

DESCRIPTION. — TECHNIQUES D'EMPLOI. — SUITES OPÉRATOIRES

Autres usages de l'appareil
et notamment pour les injections intra-veineuses continues

Président : M. ABRAMI, Professeur

PARIS

Librairie LOUIS ARNETTE

2, Rue Casimir - Delavigne

1943

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI.
Bactériologie	GASTINEL.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	N...
Pathologie chirurgicale	QUENU.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	AUBERTIN.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	DUVOIR.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LÉVY-VALENSI.
Pathologie expérimentale et comparée	Henri BÉNARD.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY.
Clinique Médicale	ABRAMI.
	FIESSINGER.
	PASTEUR-VALLERY-
	RADOT.
	HARVIER.
Hygiène et clinique de la première enfance	CATHALA.
Clinique des maladies des enfants	Robert DEBRE.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	LAIGNEL - LAVASTINE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	MONDOR.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	CADENAT.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	VELTER.
Clinique urologique	CHEVASSU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements	PORTES.
	LÉVY-SOLAL.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	LEVEUF.
Clinique thérapeutique médicale	LOEPER.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	BROCQ.
Clinique propédeutique	Maurice VILLARET
Clinique de la tuberculose	TROISIER.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Clinique de cardiologie	DONZELOT.
Clinique de neuro-chirurgie	Clovis VINCENT.
	DOGNON.
	GIROUD.
	HAZARD.
	JAYLE.
Professeurs sans chaire	JOANNON.
	OLIVIER.
	VERNE.
	SANNIÉ.



II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.		MM.	
AMELINE	Pathologie chirurgicale.	DE GENNES ...	Pathologie médicale.
BARIÉTY	Pathologie médicale.	HAGUENAU ...	Pathologie médicale.
BERNARD (E.).	Pathologie médicale.	LACOMME	Obstétrique.
BEZANÇON (J.).	Hydrologie.	LANTUEJOUL ..	Obstétrique.
BONNET	Bactériologie.	LAVIER	Parasitologie.
BOULIN	Pathologie médicale.	LELONG	Pathologie médicale.
BROUET	Pathologie médicale.	LEMAIRE	Pathologie expérimentale.
BULLIARD	Histologie.	LENÈGRE	Pathologie médicale.
CACHERA	Pathologie médicale.	M ^{me} J. LÉVY ..	Pharmacologie.
CORDIER	Anatomie.	MARCHAL	Pathologie médicale.
COSTE	Pathologie médicale.	MÉNÉGAUX ...	Pathologie chirurgicale.
COUVELAIRE		MOLLARET ...	Pathologie médicale.
(Roger)	Urologie.	MOUQUIN	Pathologie médicale.
DELARUE	Anatomie pathologique.	PATEL	Pathologie chirurgicale.
DELAY	Pathologie médicale.	PETIT-DUTAIL-	Pathologie chirurgicale.
DEGREZ (H.)..	Physique.	LIS	
DESOILLE	Médecine légale.	RENARD	Ophthalmologie.
DIGONNET	Obstétrique.	RICHET	Physiologie.
DOGNON	Physique.	SÈNEQUE	Pathologie chirurgicale.
FEVRE	Pathologie chirurgicale.	SICARD	Pathologie chirurgicale.
FUNCK-BREN-		SOULIE	Pathologie médicale.
TANO	Pathologie chirurgicale.	SUREAU	Obstétrique.
GALLIARD	Parasitologie.	TURPIN	Pathologie médicale.
GARCIN	Pathologie médicale.	WILMOTH	Pathologie chirurgicale.
M ^{me} GAUTHIER-			
VILLARS ...	Anatomie pathologique		

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.		MM.	
ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.	LE LORIER ...	Obstétrique.
CHAILLEY-		NEVEU-	
BERT	Physiologie.	LEMAIRE ...	Parasitologie.
GUÉNIOT	Obstétrique.	PIEDELIEVRE :	Médecine légale.
HEITZ-BOYER	Pathologie chirurgicale.	VAUDESCAL	Obstétrique.
HUGUENIN...	Anatomie pathologique.		

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.		MM.	
ALAJOUANINE.	Clinique médicale.	BASSET.	Clinique chirurgicale.
BRULÉ.		GATELLIER.	
CHABROL.		DE GAUDART	
CHEVALLIER.		D'ALLAINES.	
LAROCHE (G.).		MOULONGUET.	
LIAN		MCURE.	
MOREAU.			
SÉZARY.			
MM.	}	Clinique obstétricale.	
ECALLE.			
VIGNES.			

V. — CHARGES DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé.	Education physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
DECHAUME	Stomatologie.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A la mémoire

... du meilleur père qui fut onques,

... auquel il ne se faut nullement prendre, s'il n'a
recueilly aucuns fruits respondans à une si exquise
culture.

(Essais II, xii et I, xxvi.)

Παῦροι γάρ τοι παῖδες ὅμοιοι πατρὶ πέλονται ·
οἱ πλέονες κακίους, παῦροι δέ τε πατρὸς ἀρείους.

(Odyssée II, 276 sq.)

Que tous ceux qui m'ont aidé à construire mes prototypes trouvent ici l'expression de mon immense reconnaissance.

MONSIEUR PORTES

Contremaître Principal

Ancien Chef des ateliers métallurgiques du Magasin Central
des Hôpitaux de Paris

*qui m'a constamment aidé par son exemple, sa
bienveillance et ses précieux conseils.*

Monsieur AUBRESPIE, Contremaître Principal

Monsieur VANKERVOORDE, Contremaître Principal

Les compagnons du Magasin central et spécialement

MM. BADUEL, Ajusteur

BENOIT, Tourneur

JEAN, Ajusteur

HERMAN (prisonnier), Fraiseur

MATHIS (Alfred), Fraiseur

JEANBU, Serrurier

Monsieur BARSALOU

Contremaître Principal,

Chef de l'atelier de réparation des instruments de chirurgie
des Hôpitaux de Paris

Monsieur MALTÈS

son adjoint, et les compagnons de l'atelier, notamment

MM. CLAVIER, Ajusteur et Tourneur de précision

MAESEN, Outilleur

GLONNEAU, Chaudronnier

HANNARD, Polisseur

Monsieur LAVIE
Chef mécanicien de l'Hôpital Broussais

Les compagnons de Broussais et spécialement
MM. DANGUILLAUME, Ajusteur et Electricien
CHEVRIER, Tourneur

Monsieur SOLEIL, Mortaiseur, et ses deux fils, Tailleurs d'engrenages
Monsieur LAURENT, Tourneur de précision
Monsieur VIEILLERIBIÈRE, Donneur de sang, Chef de l'Atelier de
Mécanique du Service cinématographique de l'Armée
Monsieur VASSAL, Ingénieur, Constructeur de moteurs électriques
Monsieur LAVET, Ingénieur, Constructeur de pendules électriques
La Maison DRAKE, Moteurs électriques et Mécanique de précision

A mon Maître et Président de Thèse,
Monsieur le Professeur ABRAMI.

A mon Maître, Monsieur le Docteur Etienne MAY,

A Madame BERTRAND-FONTAINE,

A mes Maîtres dans les Hôpitaux :

MM. les Docteurs DECOURT,
MAILLARD,
André RAVINA,
PARAF.

A Messieurs les Chefs de service de l'Hôpital BROUSSAIS,
*qui dès 1938 m'ont tous ouvert leurs services
pour expérimenter mes appareils.*

A Messieurs les Docteurs TZANCK et SUREAU, agrégé,
*qui m'ont autorisé à pratiquer des transfu-
sions à l'Hôpital Broussais.*

CHAPITRE PREMIER

Point de départ de nos recherches et principes de nos appareils

PREMIER POINT DE DEPART DE NOS RECHERCHES : DIFFICULTES RENCONTREES AVEC LES TECHNIQUES EXISTANTES, POUR POURSUIVRE UNE INJECTION INTRA-VEINEUSE CONTINUE PLUS DE QUELQUES HEURES

C'est en 1937 que nous tentons, à l'occasion du traitement par la strychnine d'un coma barbiturique, une injection intra-veineuse continue poursuivie pendant 18 heures au moyen d'une pompe à rouleau de pression, dérivée de l'appareil Le Noël. Nous constatons d'emblée une série de difficultés : d'abord la tendance de l'aiguille à sortir de la veine au bout de quelques heures, ce à quoi nous remédions en remplaçant l'aiguille par un trocart. Puis, voulant abaisser le débit horaire, nous constatons qu'au-dessous de 50 cc. à l'heure, le trocart se bouche rapidement par suite du reflux et de la coagulation du sang du malade. D'autre part, en maintenant le débit horaire à 50 cc., nous voyons se développer une phlébite à partir du point d'injection : la veine injectée devient un gros cordon induré, avec rougeur de la peau, puis œdème envahissant progressivement tout le bras ; toutefois, nous vérifions à plusieurs reprises que le trocart est toujours correctement placé dans la veine.

De nouvelles tentatives d'injections intra-veineuses lentes, faites avec le même appareil, nous amènent chaque fois les mêmes incidents : oblitération de l'aiguille si on abaisse la vitesse, réaction phlébitique si on ne l'abaisse pas. Des tentatives faites avec, comme excipient, le sérum salé physiologique, le sérum glucosé, le sérum bicarbonaté, donnent, à ce point de vue, des résultats identiques.

DEUXIEME POINT DE DEPART : TENTATIVES EN VUE DE REDUIRE LA FREQUENCE DU FRISSON POST-TRANSFUSIONNEL

Vers la même époque, nous opérons une série de transfusions avec le même appareil, en observant, chaque fois avec la plus grande attention, les suites opératoires immédiates : le frisson post-transfusionnel est extrêmement fréquent lorsqu'on atteint la vitesse de 60 cc. minute ; la fréquence du frisson diminue quand on abaisse la vitesse, mais celui-ci reparait à coup sûr chaque fois qu'on a eu des incidents opératoires tels qu'aiguille bouchée ou déplacée, qui ont causé une interruption dans la transfusion. Or, ces incidents se multiplient dès qu'on s'efforce d'opérer très lentement.

INTERET, POUR TENTER DE RESOUDRE LES DIFFICULTES PRECEDENTES, D'UNE POMPE A DEBIT UNIFORME

C'est alors que nous rapprochons ces deux séries d'insuccès, nous demandant si, tant dans le cas de l'injection lente que dans celui de la transfusion, le débit intermittent de l'appareil utilisé n'est pas ce qui empêche de réduire la vitesse d'injection, et, dès lors, nous nous attaquons au problème d'une pompe à débit continu et uniforme. Nous cherchons d'abord vainement une telle pompe parmi les appareils de transfusion déjà décrits.

L'APPAREIL DE LE NOEL ET SES DERIVES : PRINCIPE

Ce n'est pas par hasard que nous avons fait nos premiers essais avec une pompe dérivée de l'appareil Le Noël : parmi tous les appareils connus en France, celui-ci a toujours eu nos

préférences, à cause de toute une série d'avantages qu'il nous faut d'abord passer en revue.

La pompe Le Noël, construite par COLIN en 1874, est constituée par un tambour cylindrique à l'intérieur duquel le tube de caoutchouc décrit un tour de spire complet, appliqué sur la face interne du tambour. Un rouleau écrase le tube en un point contre le tambour, de telle sorte qu'il le ferme complètement. Une manivelle permet de faire rouler ce rouleau tout le long du tour de spire du tube, tout en maintenant son écrasement contre le tambour. En progressant, le rouleau chasse vers l'aval le fluide contenu dans le tube ; d'autre part, en amont, le tube reprenant son calibre grâce à son élasticité propre, aspire un volume correspondant.

AVANTAGES DE L'APPAREIL LE NOEL

La pompe Le Noël possède une série de qualités, d'ailleurs communes à tous les appareils à tube et rouleau presseur, toutes de première importance, car elles contribuent à diminuer les risques de coagulation en cours de transfusion.

1° Simplicité* du trajet du sang.

Le conduit d'aspiration, le corps de pompe et le conduit de refoulement sont constitués par un seul et même tube de caoutchouc, sans solution de continuité, d'où suppression de tous les coudes, raccords, changements de matière et de calibre des conduits qui, dans les autres appareils, sont autant de causes favorisantes pour la formation de petits caillots.

Le nettoyage de l'appareil après la transfusion se réduit à celui du tube ; pour la stérilisation, on n'a que le tube à faire bouillir ; avec plusieurs tubes stérilisés d'avance, on peut faire plusieurs transfusions de suite sans perte de temps.

2° Absence d'effet de râclément.

Mais cet appareil a un avantage plus important que le précédent : l'absence de surfaces frottant l'une contre l'autre

au contact du sang, comme cylindre et piston dans une seringue, corps et rotor dans une pompe rotative ; ces surfaces frottantes se recouvrent d'une pellicule de fibrine qui, lorsqu'elle devient assez épaisse, est raclée par l'appareil et lancée dans la circulation du malade. En lubrifiant l'appareil, on ne fait que retarder le phénomène, qui nous a paru impossible à éviter pour toute transfusion à la seringue d'une durée supérieure à 5 ou 6 minutes. Or, avec la pompe Le Noël, comme rien ne vient racler l'intérieur du tube, cet accident ne peut pas se produire.

3° Traversée du sang plus rapide, à vitesse d'injection égale.

Le tube normal d'un appareil courant dérivé du Le Noël a une capacité de 6 cc. pour 90 cm. de long. Le cours du sang étant, comme nous le verrons au paragraphe suivant, subcontinu dans ces appareils, lorsqu'on pratique une transfusion à la vitesse de 30 cc. minute, ou 1/2 cc. seconde, chaque goutte de sang met 12 secondes à faire le trajet donneur-receveur. Si l'on compare, sous ce rapport, une seringue de 5 cc. utilisée à la même vitesse moyenne, un calcul simple montre qu'une partie du sang séjourne 22 secondes dans l'appareil.

Supposons, en effet, que la capacité du tube donneur et celle du tube receveur soient de 1 cc. chacune, et que l'opérateur, afin d'injecter 30 cc.-minute, fasse chaque temps d'aspiration et chaque temps de refoulement en 5 secondes.

Lors de la première aspiration, les 4 premiers cc. vont dans la seringue, et le dernier cc. aspiré durant	1 sec.
stagne dans le tube du donneur durant les	5 »
de refoulement. Continuons à suivre le sort de ce dernier centimètre cube qui stagne dans le tube du donneur : à la deuxième seringuée, il est aspiré et mélangé de sang frais durant	5 »
et le mélange est refoulé vers le receveur pendant	5 »
Mais 1 cc. du mélange reste encore dans le tube du receveur durant les	5 »
d'aspiration de la troisième seringuée, et est enfin refoulé dans la veine du receveur, en tête de celle-ci durant	1 »

Nous arrivons donc au total de 22 sec.
pour la goutte de sang la plus défavorisée.

Il est facile, peut-on objecter, de faire des seringues de 2,5 cc., ce qui ramènera le total à 12 secondes, mais nous répondrons alors qu'il est plus facile encore d'utiliser, sur l'appareil à rouleau presseur, un tube à la fois plus fin et plus court, contenant par exemple 3 cc. seulement, ce qui ramène le temps de traversée à 6 secondes et, cette fois, il est vraiment difficile d'égaler un tel record à la seringue.

4° L'appareil Le Noël est robuste.

C'est, là encore, un caractère commun à tous les appareils à rouleaux presseurs. L'appareil Le Noël est une machine simple, sans aucune petite pièce susceptible de s'égarer, ne renfermant aucun organe délicat, du moins dans ses parties vitales et, construit sans utiliser le verre, il ne craint pas les chocs : nous avons pu constater, au cours de la guerre, que son dérivé modernisé est l'appareil de campagne idéal, toujours prêt à fonctionner sans défaillance, soit pour les transfusions, soit pour les injections massives de sérum physiologique.

5° L'appareil Le Noël a un débit presque continu.

Le débit sub-continu constitue sans doute la supériorité capitale de l'appareil Le Noël et de toutes les pompes à rouleaux presseurs sur les autres systèmes (fig. 1).

Inconvénients du débit intermittent

Les seringues ont un débit intermittent, aucun constructeur n'ayant tenté, jusqu'à présent, de réaliser une seringue à transfusion à 2 corps de pompe, dont l'un aspirerait tandis que l'autre refoulerait et inversement. Ce débit intermittent, avec stagnation de sang alternativement dans le tube du donneur et dans celui du receveur ainsi que dans les aiguilles, favorise la coagulation en cours de transfusion, pour peu que celle-ci soit abondante ou effectuée lentement. C'est surtout dans l'aiguille du receveur qui, nous l'avons vu ci-dessus, renferme du sang ayant stagné déjà assez longtemps dans l'appareil, que la coagulation est le plus à craindre; et le caillot, encore peu adhérent, est bientôt chassé d'un coup de seringue dans les veines du receveur.

Dans les pompes rotatives, le débit est oscillant, « pulsatoire » ; les interruptions sont plus brèves mais plus fréquentes, et le résultat final est le même.

Voilà pourquoi deux éminents spécialistes de la transfusion : l'un, le docteur JUBÉ, qui utilise sa seringue, l'autre, le docteur STILMUNQUÈS, de Toulouse, qui utilise la pompe rotative de Bécard, nous ont l'un et l'autre affirmé personnellement qu'ils ne croyaient pas qu'on puisse améliorer les suites opératoires de transfusions en abaissant la vitesse d'injection : évidemment, avec des appareils à marche discontinue, au-dessous d'une vitesse limite, plus on abaisse la vitesse, plus la transfusion devient dangereuse, étant donné le rôle, depuis toujours incontesté, des petits caillots dans la genèse des accidents post-transfusionnels.

* IMPERFECTIONS DE L'APPAREIL LE NOEL

1° Le temps nuisible de réaspiration.

L'appareil Le Noël a donc, disions-nous, un débit presque continu ; pas tout à fait cependant : pendant $21/22^{\text{es}}$ de tour, il refoule 21 gouttes, et pendant $1/22^{\text{o}}$ de tour, il réaspire une goutte (fig. 1). Le temps nuisible de réaspiration se produit au moment où le rouleau, commençant un nouveau tour et écrasant simultanément le tube au début et à la fin du tour de spire, décomprime rapidement l'extrémité côté receveur. Disons encore, pour mieux nous faire comprendre, que c'est au moment où le rouleau passe de midi à midi et demie (pour un appareil orienté comme sur le schéma 2 de la fig. 1). Il existe d'ailleurs, du côté de l'aspiration, un temps nuisible de refoulement absolument symétrique, qui se produit entre 11 heures et demie et midi. Nous analyserons ce phénomène avec plus de détails un peu plus bas.

2° Longueur du tube.

Le tour de spire nécessite une assez grande longueur de tube, 15 centimètres, dans le plus réduit des appareils déri-

vés du Le Noël. Cet appareil a 15 centimètres de large : ce sont donc 30 centimètres de tube qui traversent l'appareil et s'ajoutent aux deux longueurs nécessaires entre l'appareil et le donneur, et entre l'appareil et le receveur. Ces deux dernières longueurs doivent être prévues plus largement qu'avec une seringue, l'appareil ne pouvant, vu son poids, être tenu à la main. Pour opérer commodément, en toutes circonstances, il faut bien un tube de 90 centimètres.

3° Absence de contrôle visuel.

Du donneur au receveur, le sang reste donc constamment caché par ce long tube opaque. Cela n'est pas sans inconvénients : d'abord, on n'est jamais sûr de la parfaite propreté intérieure du tube, et l'on risque toujours d'injecter au receveur des particules de fibrine desséchée provenant d'une transfusion précédente.

En second lieu, si l'aiguille du donneur donne mal, et qu'il existe simultanément une fuite entre cette aiguille et son embout, on peut, absolument sans s'en rendre compte, injecter en proportion variable de l'air au lieu de sang ; c'est donc là un risque grave d'embolie gazeuse, facile à éviter d'ailleurs, en interrompant le tube par un voyant en verre : mais on renonce du même coup au tube en une seule pièce, dont nous avons vu l'avantage au point de vue des risques de coagulation. Il est préférable d'utiliser un tube de feuille anglaise transparente, bien qu'un tel tube, en raison de sa trop grande élasticité, ne donne pas toute satisfaction au niveau du tour de spire : une certaine rigidité du tube est en effet nécessaire pour son maintien en position correcte dans l'appareil.

4° Encombrement et poids.

Ces appareils sont sensiblement plus lourds et plus encombrants que les seringues. Le tour de spire doit en effet avoir un rayon suffisant pour que le tube ne soit pas trop déformé, et le tambour une paroi assez épaisse pour lui assurer une parfaite rigidité.

APPAREILS A ROULEAUX PRESSEURS MULTIPLES

Nous nous sommes proposé de construire une pompe qui conserverait les qualités de l'appareil Le Noël et en éliminerait les inconvénients. Pour réduire l'encombrement de l'appareil et la longueur du tube, nous nous sommes orienté d'emblée vers un appareil à rouleaux multiples, tel qu'il en existait déjà à l'étranger et notamment en Allemagne.

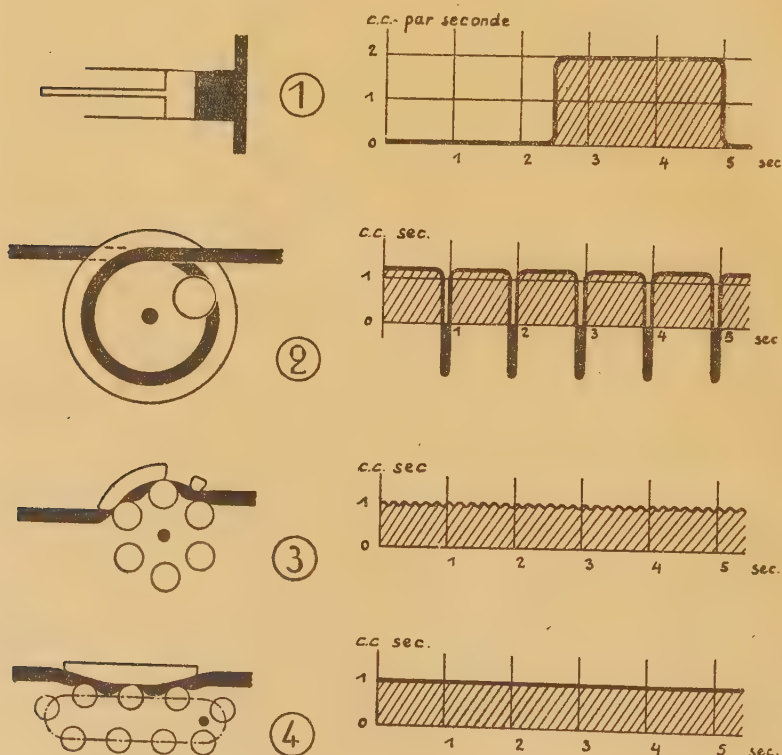


FIG. 1. — Comparaison des débits de 4 appareils de transfusion

1. Seringue de 5 cc.
2. Appareil à un rouleau presseur (appareil de Le Noël et ses dérivés).
La partie de la courbe au-dessous de zéro correspond au temps nuisible de réaspiration.
3. Notre premier appareil, à rouleaux en cage d'écureuil. Une came réglable compense presque complètement le temps nuisible de réaspiration.
4. Pompe à ruban sans fin. Grâce à la came profilée, le débit est uniforme.

POHL, de Kiel, a décrit en 1924 un appareil analogue au Le Noël, mais où le tube ne décrit dans le tambour qu'un arc de cercle, près d'un demi-tour. Pour que l'oblitération soit permanente, il dispose, sur une sorte de cage d'écureuil, trois rouleaux équidistants, agissant à tour de rôle. L'inventeur ne cherche pas du tout la continuité du débit. Un second tube, utilisant l'autre moitié du tambour, constitue une seconde pompe qui, par le moyen d'un robinet à quatre voies, peut rincer simultanément en amont et en aval le tube principal avec une solution anticoagulante.

NOTRE PREMIER ESSAI DE COMPENSATEUR POUR DONNER UN DEBIT CONTINU

Nous construisons d'abord une pompe à 6 rouleaux disposés en cage d'écureuil, comme dans la pompe de POHL, le tube décrivant dans l'appareil seulement un quart de tour.

Cette pompe a d'abord un cycle en tous points analogue à celui de l'appareil Henry et Jouvelet : Chaque fois qu'un rouleau quitte le tube, il se produit un brusque recul de la colonne liquide en aval. Après quelques tâtonnements, nous mettons au point un dispositif compensateur qui, au moins avec les tubes de petits calibres, permet d'obtenir un débit continu et presque uniforme : chaque rouleau, après avoir terminé son temps d'écrasement, recomprime partiellement le tube sur une came réglable, au moment précis où se produirait, sans cela, le temps nuisible de recul. Mais cette solution est encore imparfaite, le réglage de l'appareil pour des tubes de calibres différents se faisant dans de mauvaises conditions; et d'ailleurs, en tout état de cause, si nous obtenons un débit continu, ce débit n'est pas encore uniforme (fig. 1, 3^e schéma).

LA POMPE A RUBAN SANS FIN

C'est alors que nous tentons d'utiliser, au lieu d'un tambour en cage d'écureuil, un ruban sans fin, portant des rouleaux à intervalles réguliers, et tendu entre deux poulies dont l'une est motrice.

Supériorité du ruban sans fin.

Le principe du ruban sans fin est un progrès, parce qu'il permet un trajet rectiligne du tube à travers l'appareil. Cela

rend possible l'emploi d'un tube plus court, et simplifie la construction du couloir, le réglage du degré d'écrasement, la mise en place et l'enlèvement du tube. Enfin, pour un débit maximum donné, cela permet de construire une pompe bien moins encombrante qu'avec le principe de l'appareil Le Noël ou celui de l'appareil de Pohl.

Mise au point du ruban.

Nous ne réalisons un ruban sans fin satisfaisant qu'à la suite de plusieurs essais. Pour notre première tentative, nous utilisons une chaîne de moto du pas de 15 mm., dont nous grossissons les rouleaux : mais 15 mm., c'est trop long comme pas, pour la réflexion sur des poulies de faible diamètre, la chaîne roule mal. Alors, nous construisons plusieurs chaînes au pas de 8 mm., portant un rouleau tous les deux maillons : ce rouleau n'est pas placé sur l'axe d'articulation entre deux maillons, mais sur un axe indépendant, monté sur des maillons spéciaux. Nous tentons de relier les maillons porteurs de rouleaux par des anneaux, puis par des mailles ordinaires, enfin par des bielles : cette dernière solution, de réalisation délicate, est adoptée dans notre deuxième pompe à chaîne que nous terminons et essayons en juillet 1939. Cette pompe a un débit trop faible : 1/10 de cc. par tour de la poulie d'entraînement. De plus, les rouleaux, trop petits et trop rapprochés, provoquent une usure exagérée du tube.

Nous reprenons en janvier 1942, nos recherches interrompues par la guerre et la captivité. Nous dessinons un appareil complet avec compteur, dont la chaîne tient compte des expériences précédentes : c'est le retour à une chaîne dite Reynold (c'est-à-dire analogue à une chaîne de bicyclette), au pas de 9 mm., portant un gros rouleau de 14 mm. de diamètre tous les quatre fuseaux, soit avec 36 mm. d'intervalle entre axes de rouleaux. Cette troisième pompe à chaîne, que nous décrivons au chapitre suivant, est terminée en mai 1942.

Mais nous ne nous arrêtons pas là ; dès que les circonstances nous le permettront, nous essaierons de construire un ruban sans fin d'un prix de revient moins élevé, en utilisant des éléments de chaîne courante. Ce ruban sera constitué par deux chaînes Reynold parallèles, réunies l'une à l'autre tous les quatre maillons par les axes de rouleaux.

PRINCIPE DU POMPAGE DANS LES APPAREILS A ROULEAUX MULTIPLES :
NECESSITE DE L'OBLETATION PERMANENTE DU TUBE

Le tube, dans la pompe à ruban sans fin, traverse l'appareil dans un couloir rectiligne. Un couvercle applique le tube sur la chaîne et porte intérieurement une surépaisseur, la came de compression qui joue le même rôle que le tambour fixe de l'appareil Le Noël : le tube est écrasé contre cette came par un rouleau jusqu'à oblitération complète, le rouleau progresse en roulant sur le tube tout en maintenant cette oblitération complète, jusqu'à ce que le rouleau suivant assure à son tour cette oblitération ; le premier rouleau peut alors relâcher sa pression, l'oblitération permanente est assurée : c'est là une condition fondamentale de fonctionnement de toutes les pompes à rouleaux presseurs ; sans elle, en effet, le débit varierait suivant la pression du liquide en amont et en aval, et même, le reflux du sang du malade vers le donneur serait possible. La came a donc obligatoirement une surface de pression parallèle au trajet des rouleaux, d'une longueur égale à la distance entre deux rouleaux successifs, en sorte qu'il y ait toujours un rouleau en action à son niveau.

PRINCIPE ASSURANT LE DEBIT UNIFORME :
LA DECOMPRESSION PROGRESSIVE DU TUBE

Mais cette came doit se prolonger par une rampe de décompression qui assurera l'uniformité du débit. Pour comprendre aisément comment réaliser cette rampe, il nous faut analyser ici les perturbations produites par la décompression du tube ; nous allons, pour cela, décrire une expérience simple :

Posons un tube de caoutchouc plein d'eau sur une table et prolongeons celui-ci par une fine pipette cylindrique graduée. Posons sur ce tube une sorte de chariot formé par deux rouleaux maintenus à distance fixe l'un de l'autre et appuyons ce chariot contre la table, de façon à oblitérer complètement le tube au niveau de chacun des deux rouleaux. En maintenant la pression, faisons rouler le chariot le long du tube,

vers la pipette, d'un mouvement uniforme: nous voyons, dans la pipette, la tête de la colonne liquide progresser d'un mouvement également uniforme (schéma n° 1). Arrêtons le chariot et soulevons le rouleau le plus rapproché de la pipette: nous voyons alors la colonne liquide reculer, tandis que s'accomplit la décompression du tube, car une partie du liquide est réaspirée pour combler l'espace récupéré par le

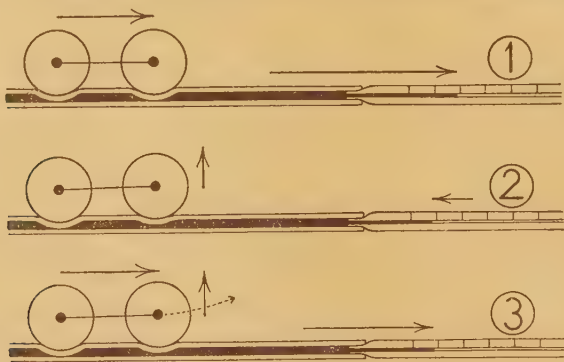


FIG. 2. — Schéma de l'expérience des 2 rouleaux

1. Refoulement.
2. Effet nuisible de réaspiration.
3. Somme algébrique des deux effets.

tube, qui reprend son calibre (schéma n° 2). En soulevant le rouleau, d'abord lentement, puis de plus en plus vite, on peut arriver à rendre ce mouvement de recul uniforme: en effet, le tube récupère davantage de capacité au début qu'à la fin de sa décompression. Si maintenant nous combinons les deux opérations — progression du chariot d'un mouvement uniforme, et soulèvement du rouleau de tête suivant un rythme progressif déterminé — nous réalisons une progression uniforme du liquide dans la pipette, du moins tout le temps que durera la décompression du tube (schéma n° 3).

La rampe de décompression.

Pour faire fonctionner notre pompe dans les mêmes conditions, il faut prolonger la came du côté du receveur par une rampe de longueur égale, elle aussi, à la distance entre

deux rouleaux successifs, afin qu'il y ait toujours un rouleau en train de décompresser le tube. En outre, il faut donner à cette rampe le profil convexe qui répartit de façon uniforme la réaspiration sur tout le trajet : de cette façon, le temps de réaspiration étant continu et uniforme, cesse d'être un temps nuisible, et le débit final, somme algébrique du refoulement et de la réaspiration, reste uniforme.

La rampe de compression.

Il faut remarquer ici que la rampe décrite ci-dessus ne régularise nullement le débit d'aspiration en amont de la pompe : en effet, l'amont et l'aval sont rigoureusement isolés l'un de l'autre au niveau de la zone d'oblitération complète ; aussi, si l'on ne met pas une rampe de compression symétrique en amont, voit-on ce phénomène, au premier abord paradoxal, d'une pompe qui aspire d'une façon saccadée et refoule d'une façon uniforme.

C'est d'ailleurs précisément le cas de notre dernier prototype : en vue d'en réduire l'encombrement au minimum, nous avons donné au trajet rectiligne de la chaîne une longueur égale seulement à deux fois la distance entre deux rouleaux : le couvercle porte une came dont, seule, l'une des deux extrémités est en pente douce, l'autre étant un simple arrondi : lorsqu'on pose ce couvercle en disposant la pente douce vers l'aval, le refoulement est uniforme, l'aspiration saccadée. Si l'on retourne le couvercle, l'aspiration devient uniforme et le refoulement saccadé. Nous croyons pouvoir nous tenir à ce système : pour vider une pleurésie, on dispose l'appareil en aspiration uniforme ; pour une injection ou une transfusion, on le dispose en refoulement uniforme : en effet, nous avons constaté qu'aucune coagulation n'est à craindre dans l'aiguille du donneur du fait de ces petites saccades, alors qu'il n'en est pas de même vers le receveur.

MISE AU POINT DES ORGANES SECONDAIRES

Nous nous sommes étendu un peu longuement sur la conception et la mise au point du ruban sans fin et de la came de pression, car ce sont les deux organes essentiels et entièrement nouveaux de notre appareil. Pour les pièces secondaires, il n'en est aucune que nous n'ayons dû recommencer

plusieurs fois avant d'en trouver un type satisfaisant. Le récit de tous ces essais successifs serait fastidieux. Nous ne parlerons plus que de la mise au point de trois autres organes : le compteur, le moteur et le changement de vitesse.

LE COMPTEUR

Notre premier prototype a seulement un compte-tours, avec remise à zéro : il faut donc, pour connaître la quantité injectée, multiplier l'indication du compte-tour par un coefficient dépendant du calibre du tube.

Pour notre dernier prototype, nous avons cherché un système de compteur donnant directement la quantité débitée en centimètres cubes et qui, en même temps, ait un encombrement aussi réduit que possible. Après de longs tâtonnements, nous trouvons enfin le moyen de réaliser un tel compteur entièrement avec des engrenages de 20 dents, tous identiques, ce qui facilite beaucoup la construction.

Principe du compteur réglable.

Le principe de ce compteur est le suivant : si l'on fait engrener normalement deux roues de 20 dents de type courant l'une avec l'autre, après avoir enlevé à la roue menante 19 dents sur 20, la dent restante fera, à chaque tour, tourner la roue menée exactement de 2 dents, c'est-à-dire de $1/10^{\text{e}}$ de tour. Si la roue menante conserve 2 dents, la roue menée tournera de 3 dents (ou $3/20^{\text{e}}$ de tour). Plus généralement, si la roue menante conserve n dents, n étant compris entre 1 et 19, la roue menée tournera pour chaque tour de la roue menante de $n + 1$ dents (ou vingtièmes de tour).

Réalisation.

Ce principe étant établi, nous faisons tailler des engrenages de 20 dents tous pareils, puis nous montons sur l'arbre moteur de notre pompe une roue édentée sur une partie de sa circonférence, conservant autant de dents moins une que le tube utilisé débite de gouttes (ou vingtième de centimètre cube) par tour de l'arbre moteur : par exemple, une roue de 4 dents pour un tube débitant

5 gouttes par tour. Nous engrenons cette première roue avec une roue de 20 dents, qui fait par conséquent $5/20$ de tour chaque fois que l'arbre moteur fait un tour : quand la pompe a fait 4 tours, et débite par conséquent 1 cc., la deuxième roue a fait un tour complet. Cette deuxième roue a une sorte de moyeu, sur lequel nous avons conservé une dent unique, qui engrène avec une troisième roue de 20 dents, la roue des unités : cette roue fait $1/10$ de tour chaque fois que la pompe débite 1 cc. Par le même procédé, elle fait à son tour tourner la roue des dizaines de $1/10$ de tour par tour, et ainsi de suite. Nous complétons le dispositif par un procédé simple d'échange de la première roue, afin d'adapter le compteur aux divers calibres de tubes utilisés.

LE MOTEUR : COMPARAISON DES DIVERS TYPES DE MOTEURS ELECTRIQUES UTILISABLES SUR UN PETIT APPAREIL

Pour entraîner notre pompe, une force de $1/200^e$ de cheval est nécessaire. Nous devons choisir entre quatre types de moteurs : synchrone, asynchrone, asynchrone synchronisé, universel. Chacun a ses avantages, le moteur réunissant tous les avantages restant encore à découvrir. Voici, pour la puissance qui nous intéresse, un tableau comparatif de ces quatre types de moteurs :

	DÉMARRAGE	COURANT UTILISÉ	POIDS	SILENCE	RÉGULARITÉ
SYNCHRONE..	<i>Lancement à la main</i>	<i>Alternatif seulement</i>	3 kilos	Silencieux	<i>Vitesse fixe</i>
ASYNCHRONE.	<i>Démarré seul</i>	<i>Alternatif seulement</i>	1 kg. 500	Silencieux	<i>Légères variations</i>
ASYNCHRONE SYNCHRONISÉ	<i>Démarré seul</i>	<i>Alternatif seulement</i>	6 kilos	Silencieux	<i>Vitesse fixe</i>
UNIVERSEL...	<i>Démarré seul</i>	<i>Tous courants</i>	0 kg. 500	Bruyant	<i>Vitesse variable</i>

Le choix est embarrassant. Notre premier prototype est équipé d'un moteur synchrone que nous avons construit spécialement : le silence et la vitesse rigoureusement fixes sont en effet les qualités auxquelles nous nous sommes attachés en premier lieu. Pour notre dernière pompe, nous avons fait deux essais infructueux de construction de moteurs synchrones plus légers : la puissance en était très insuffisante. C'est alors que nous décidons d'essayer

le moteur universel, d'autant plus indiqué qu'une partie de Paris et de la plupart des grandes villes est encore alimentée par du courant continu. La maison Drake nous a fourni un moteur universel excellent, qui, grâce à un limiteur centrifuge, a une vitesse remarquablement fixe, plus fixe même que celle du moteur asynchrone, sans arriver toutefois à la régularité mathématique du moteur synchrone. Ce moteur est équipé d'une démultiplication par vis sans fin, ramenant sa vitesse de 2.000 à 128 tours-minute. L'ensemble du moteur, du limiteur et de la démultiplication pèse 650 grammes, ce qui est un record de légèreté. C'est enfin le moins bruyant des moteurs universels que nous ayons eu l'occasion d'essayer. Ce moteur équipe notre dernier prototype à notre entière satisfaction depuis 5 mois. C'est lui qui équipera probablement notre premier modèle destiné au public médical, si les circonstances nous permettent un jour de le « sortir ».

CHANGEMENT DE VITESSE LES CHANGEMENTS DE VITESSE PROGRESSIFS ET LES GAMMES DE VITESSES FIXES

La classe de changements de vitesse la plus séduisante, à première vue, c'est celle des dispositifs progressifs donnant, entre deux limites extrêmes, toutes les vitesses possibles. Et effectivement, ce serait merveilleux, s'il était possible de réaliser un tel dispositif qui donnerait toujours la même vitesse pour une même position du bouton ou du levier de commande. Mais c'est malheureusement très délicat à réaliser, quel que soit le système employé : rhéostat, frein, rupteur, plateau ou cône. Si bien qu'en la matière, on ne peut pas simultanément faire exactement ce qu'on veut et savoir exactement ce qu'on fait. Les appareils munis d'un changement de vitesse progressif n'ont jamais la commande de vitesse graduée en vitesses, car fatalement, au bout d'un certain temps d'usage, ces indications deviendraient fausses ; aussi il faut chaque fois faire un nouvel étalonnage des vitesses ou régler la vitesse par tâtonnement, et encore, bien souvent on n'a aucune sécurité quant à la fixité de la vitesse au cours d'une même séance.

Aussi, nous avons rejeté absolument cette classe de changements de vitesse, préférant le moteur à vitesse fixe, combiné avec une boîte à engrenages donnant une série de vitesses fixes, toujours identiques à elles-mêmes.

CHOIX D'UNE GAMME DE VITESSES

Notre dernier prototype de pompe est conçu pour donner un débit variant de 2 1/2 à 16 gouttes par tour, suivant le tube utilisé. Les vitesses extrêmes de pompage nous paraissant présenter de l'intérêt actuellement pour les applications courantes de notre appareil sont 100 cc. minute (évacuation d'épanchements, lavage de plèvre) et 1/4 de cc. minute (injections intra-veineuses continues). Pour débiter 100 cc. minute à 16 gouttes par tour, il faut tourner à 128 tours minute. Pour débiter 1/4 de cc. minute à 2 gouttes 1/2 par tour, il faut tourner à 2 tours minute. Il nous faut donc une gamme ayant pour vitesses extrêmes 2 et 128 tours minute. Notre première intention était de construire une boîte à 7 vitesses allant toujours en doublant, mais des difficultés extra-techniques nous ont obligé, provisoirement, à nous contenter d'une boîte à 4 vitesses allant en quadruplant d'une vitesse à l'autre, ce qui donne :

2, 8, 32, 128 tours min.

Soit suivant le tube utilisé :

<i>par tour :</i>		<i>par minute :</i>			
2 gouttes 1/2		1/4	1	4	16 cc.
5 —		1/2	2	8	32 cc.
10 —		1	4	16	64 cc.
16 —		1,56	6,25	25	100 cc.

A l'usage, cette gamme n'est pas assez souple, surtout pour les transfusions, car il n'est pas pratique de changer de tube au cours d'une transfusion, Aussi, dès que les circonstances nous le permettront, nous construirons la boîte à 7 vitesses dont nous avons les plans dans nos cartons.

CHAPITRE II

Description de notre dernier prototype

I. — LA POMPE PROPREMENT DITE

BOÎTIER

L'appareil se présente extérieurement sous forme d'un boîtier rectangulaire en métal léger, de 11 cm. de large sur 5 cm. 5 de haut, et de 2 cm. 5 d'épaisseur, soit, avec une forme un peu plus allongée, un encombrement un peu inférieur à celui d'une lampe de poche ordinaire. Le poids total, 300 gr., est également celui d'une lampe de poche ordinaire.

Ce boîtier se compose de deux valves symétriques, à cela près que la valve antérieure a, dans l'épaisseur de sa paroi, un logement plat pour le compteur, fermé d'une plaque d'acier inoxydable poli. L'ensemble du boîtier se subdivise en deux étages : l'étage inférieur, de 4 cm. de haut, renferme le mécanisme, chaîne et poulies à l'intérieur, compteur en avant. L'étage supérieur, de 1 cm. 5 de haut, ne contient que le couloir pour le tube de caoutchouc : ce dernier étant moins encombrant que la chaîne, l'étage supérieur du boîtier est moins épais, et creusé en arrière et en avant d'empreintes qui allègent l'appareil tout en le mettant mieux en main.

L'empreinte antérieure, de 6 mm. de profondeur, intéresse le boîtier de bout en bout. L'empreinte postérieure, au contraire, n'intéresse pas les bords latéraux, afin que l'appareil, posé à plat, garde une bonne assise. Aux quatre coins de son étage inférieur, le boîtier est traversé par quatre vis de laiton dont les têtes sont noyées à la face postérieure et qui, en avant, se vissent dans les quatre écrous borgnes fixés à

la face postérieure du couvercle de compteur ; ces vis maintiennent donc, solidement assujetties, les trois pièces constitutives du boîtier : valve postérieure, valve antérieure et couvercle de compteur.

Le couloir du tube est fermé, en haut, par un couvercle de 4 millimètres d'épaisseur, s'emboîtant sur 2 millimètres, et portant, à son centre, un verrou commandé extérieurement par un bouton molleté porteur d'un repère. Le verrou lui-même est un disque qui s'engage dans deux fraises des faces antérieure et postérieure du couloir. Deux segments symétriques de ce disque sont coupés pour permettre le déverrouillage.

A ses deux extrémités, le couloir se rétrécit et présente des stries transversales près des deux orifices d'entrée et de sortie du tube. Ces orifices sont triangulaires et conçus de telle sorte que le tube soit légèrement serré entre le couvercle et les deux faces striées : ainsi le tube, bien que sollicité par les rouleaux, ne peut glisser longitudinalement.

CHAÎNE

La chaîne est du type Reynold : elle se compose donc alternativement de maillons intérieurs formés de l'assemblage de deux plaques et de deux faux rouleaux, servant d'axes aux rouleaux, et de maillons extérieurs formés de l'assemblage de deux plaques et de deux axes pleins.

Jusqu'ici, c'est exactement l'anatomie de la chaîne de bicyclette ; mais, en outre, notre chaîne présente deux particularités :

1° Un rouleau sur quatre, au lieu d'avoir 4 mm. de diamètre, en a 12,5. Ces gros rouleaux, en métal léger, servent à comprimer le tube ;

2° Tous les axes débordent le gabarit de la chaîne de 2 mm. de chaque côté, et chacun de ces tétons porte un petit galet. C'est uniquement par ces galets extérieurs que la chaîne est guidée et entraînée. La chaîne a, en tout, 24 maillons et 6 gros rouleaux. Comme elle est au pas de 9 mm., la distance entre les axes de deux gros rouleaux est de 36 mm.

POULIES DE REFLEXION DE LA CHAÎNE

Mise en place dans l'étage inférieur du boîtier, la chaîne repose par ses galets extérieurs sur les lèvres de deux poulies. La poulie de droite sert à l'entraînement de la chaîne : chacune de ses joues est un pignon de 9 dents. Elle est fixée par une goupille conique sur un arbre tubulaire qui traverse le boîtier dans deux bagues de bronze. La cavité de l'arbre contient, au niveau de son tiers moyen, une courte tige traversée également par la goupille conique et fraisée en demi-rond sur une petite longueur à chacun de ses deux bouts ; ainsi, pour entraîner la poulie, soit par devant, soit par derrière, il suffit d'introduire dans l'arbre creux une tige également fraisée en demi-rond à son extrémité, en sorte qu'elle s'applique plat contre plat sur la tige centrale.

La poulie de gauche a des lèvres lisses. Elle a pour rayon celui de la poulie de droite à fond de dent. La chaîne roule sur cette poulie par le moyen de ses galets. La poulie est fixe, boulonnée à la valve postérieure du boîtier. La tête du boulon est noyée, à la face postérieure de cette valve, dans un trou elliptique à grand axe transversal, qui permet de déplacer légèrement la poulie pour régler la tension de la chaîne.

Les deux poulies sont creusées de gorges de profondeur suffisante pour que les gros rouleaux passent librement.

RAILS

Si la chaîne n'était guidée que par les deux poulies, n'étant pas très tendue elle fléchirait, en allant de l'une à l'autre, lorsqu'on appliquerait le tube sur les rouleaux, car aucune chaîne ne peut fonctionner complètement tendue. Il nous a donc fallu soutenir par deux rails le brin supérieur de la chaîne. Ces rails, fixés à chaque valve du boîtier par deux vis avec écrous, sont plats, rectilignes, arrondis à leurs extrémités qui passent en dehors des poulies, en sorte que cha-

que galet, au moment de passer de la ligne courbe sur la ligne droite, ou inversement, repose par sa moitié intérieure sur une poulie, et par sa moitié extérieure sur l'extrémité d'un rail, ce qui assure le passage de l'un à l'autre sans à-coup.

CAME DE PRESSION

C'est ainsi que nous appelons une sorte de plaque allongée, effilée à ses deux extrémités, fixée sous le couvercle du couloir par deux vis, et dont la face inférieure sert de surface d'appui pour l'écrasement du tube par les rouleaux. Cette surface d'appui se subdivise en trois segments, correspondant respectivement aux trois temps de compression, écrasement complet et décompression du tube. Le segment médian est plan et parallèle au plan du couvercle ; les deux autres sont des rampes convexes, l'une à pente douce, l'autre à pente rapide, car, afin d'en réduire l'encombrement, le présent prototype n'a été conçu que pour un débit uniforme, soit au refoulement, soit à l'aspiration.

REGLAGE DE LA CAME POUR LES DIFFERENTS TUBES

La hauteur de la came est telle que celle-ci écrase correctement le plus épais des tubes utilisables dans l'appareil. Lorsqu'on emploie un tube à parois plus minces, il faut pouvoir abaisser la came. Ce réglage se fait simplement en desserrant les deux vis de fixation, dont les têtes, de grandes dimensions, se trouvent sur le couvercle, et en interposant de chaque côté, entre le couvercle et la came, le nombre nécessaire de cales en clinquant de 2/10^e de mm. d'épaisseur. Puis, on bloque les deux vis.

Nous avons préféré à tout autre ce procédé primitif, car il est sûr et indérégable, même si, faute de métal, on emploie comme cale du bristol ou du papier.

COMPTEUR

Le compteur est logé dans la paroi avant du boîtier. Il est formé de 7 roues dentées, à peu près semblables. La première roue, celle qui commande toutes les autres, est montée sur l'arbre de la poulie motrice, et elle est interchangeable : à son niveau, le couvercle du compteur est percé d'une grande ouverture ronde permettant de mettre en place et d'enlever facilement la roue dentée. Une rondelle à bord moletté sert à la fois de couvercle pour masquer cette ouverture et d'intermédiaire pour transmettre le mouvement de l'arbre moteur à la roue dentée. Cette rondelle contient en effet un jonc dont une extrémité s'engage dans une encoche de l'arbre, et l'autre extrémité dans un trou latéral de la roue dentée. La roue est ainsi facilement interchangeable. Nous en avons un jeu dont les nombres de dents correspondent aux débits des divers tubes que nous utilisons (*cf.* au chapitre précédent, le § « Principe du compteur réglable »). La deuxième roue dentée (bien visible sur notre figure), ainsi que la 4^e et la 6^e (cachées sur notre figure par la partie que nous y avons conservée du couvercle de compteur) sont des roues intermédiaires, munies de ressorts formant cliquets. La 3^e, la 5^e et la 7^e servent respectivement à compter les unités, dizaines et centaines. Leurs moyeux avants s'engagent dans des orifices du couvercle, qu'ils affleurent. Ils portent chacun un clou excentré, qui sert à la fois d'index de lecture et de commande pour mettre le compteur à l'index de départ. Chacun de ces clous se déplace en regard de 10 graduations numérotées, que porte le couvercle. Le zéro, placé en haut, est gravé sur un clou en saillie.

MANIVELLE A MAIN

La manivelle est amovible. Elle s'engage par devant, dans l'arbre creux de la poulie motrice, au moyen d'une tige fendue formant broche.

II. — ACCESSOIRES DE TRANFUSION

TUBE DE CAOUTCHOUC

Actuellement, l'absence de tubes de bonne qualité sur le marché est le principal obstacle au lancement de notre appareil. Le tube de feuille anglaise transparente, que nous employons exclusivement, à cause de l'immense avantage que constitue le contrôle visuel, est actuellement introuvable. Un tube de 35 cm. est assez long pour pratiquer la transfusion commodément : 11 cm. seulement sont dans l'appareil, et 12 cm. de chaque côté. Le tube doit être de paroi relativement épaisse et de consistance ferme, afin qu'il reprenne bien sa forme et son calibre derrière les rouleaux presseurs. Plus il est ferme, plus est faible la baisse de débit qui se produit dans toutes les pompes à rouleaux de pression dérivées de l'appareil Le Noël, lorsque la dépression d'aspiration est forte.

Nous avons pu faire en 1939, pour notre usage personnel, une petite provision d'un tube en feuille anglaise sciée, de 6 mm. de diamètre extérieur, et contenant 4 centimètres cubes au mètre (ce qui correspond à un diamètre intérieur de 2 mm, 3). C'est un calibre convenant parfaitement pour les transfusions avec notre appareil : le tube débite 5 gouttes par tour ; c'est peu, semble-t-il, puisqu'il faut 2.000 tours de manivelle pour une transfusion de 500 cc. Mais à notre avis, même avec un débit aussi faible, on risque encore de tourner la manivelle trop vite. D'autres opérateurs préféreront sans doute un tube plus gros ; après la guerre, nous essaierons d'en faire fabriquer de divers calibres.

AIGUILLES ET EMBOUTS

Voilà une question qui nous paraît entièrement résolue par la collaboration du docteur JUBÉ avec la Maison DUFFAUD. L'aiguille pour donneur de JUBÉ porte un cône mâle que,

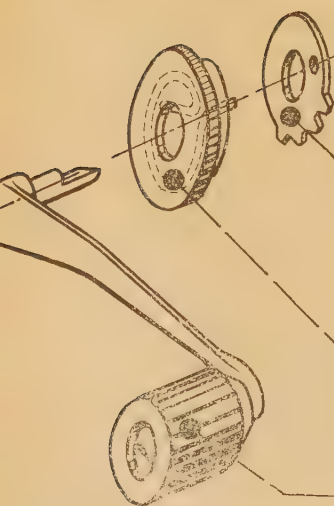
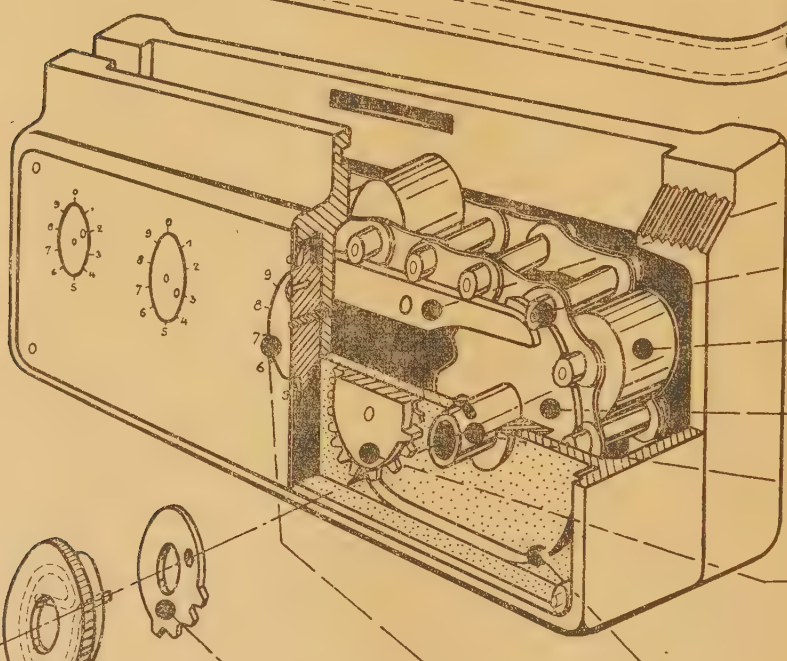
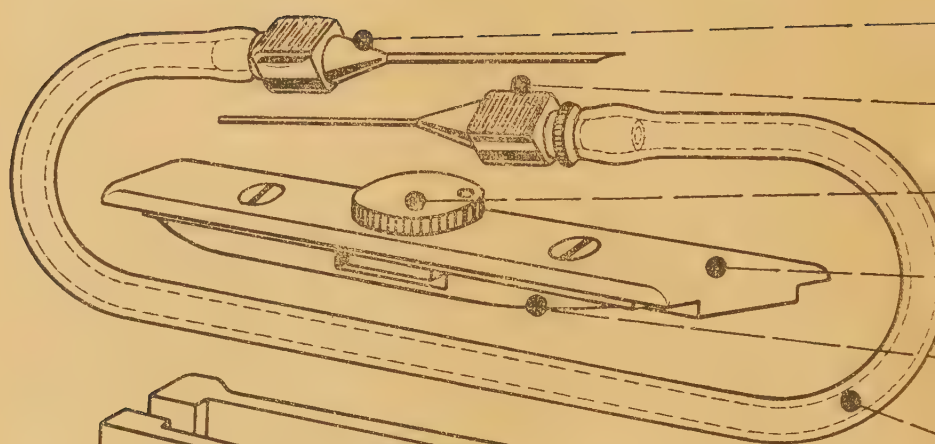


FIG. 3. — *Vue générale de notre dernier prototype avec coupe partielle pour en montrer le mécanisme*
(Dimensions : 10 cm. 5 × 5,5 × 2,5 — Poids 300 grammes)

- *Aiguille du donneur de Jubé.* — Cette aiguille a un cône mâle que nous introduisons directement dans notre tube, sans interposition d'embout. Cette disposition rend les rentrées d'air impossibles.
- *Trocard de Jubé* pour le receveur, adapté au tube par l'intermédiaire d'un embout.
- *Bouton de commande du verrou* en position d'ouverture. Pour verrouiller le couvercle en place, il suffit de tourner ce bouton d'un quart de tour et le pêne s'engage dans les fraises du boîtier.
- *Couvercle du couloir.* — Par ses deux extrémités, il applique le tube sur les encoches du boîtier, dont les stries transversales s'opposent au glissement longitudinal du tube.
- *Came.* — Si l'on pose le couvercle comme sur la figure, le débit est continu au refoulement, car la rampe à pente douce de la came est vers la droite. Pour un débit continu à l'aspiration, on retourne le couvercle.
- *Tube* en feuille anglaise sciée transparente, au travers duquel on voit la colonne sanguine. Cette transparence rend aisés la surveillance durant la transfusion et après celle-ci le nettoyage intégral du tube.
- *Rail guide de la chaîne*, supportant les réactions des rouleaux qui écrasent le tube. Il y a deux rails semblables fixés respectivement à chaque valve du boîtier.
- *Galet* pour le guidage et l'entraînement de la chaîne sans fin. Ce galet est déjà engagé dans une encoche de la poulie d'entraînement, et il va quitter le rail guide : ce passage se fait ainsi sans à-coup.
- *Rouleau presseur* en alliage léger (diamètre 12 mm. 5, largeur 10 mm.). La chaîne a 6 rouleaux presseurs, 24 maillons, 48 petits galets. Le pas est de 9 mm.
- *Poulie d'entraînement.* — C'est en réalité un pignon double. Elle est goupillée sur l'arbre moteur. Chaque pignon a 9 dents. La poulie de réflexion située à l'autre bout de la pompe est à lèvres lisses et fixe.
- *Arbre moteur en tube d'acier.* Il contient au niveau de son tiers moyen une tige dont les deux extrémités fraisées en demi-rond permettent l'enclanchement du dispositif d'entraînement soit par devant (manivelle), soit par derrière (moteur).
- *Deuxième roue dentée du compteur.* — Cette roue fait un tour chaque fois que la pompe débite 1 cc. A chaque tour, elle entraîne la roue des unités de 1/10^e de tour.
- *Ressort formant cliquet* pour immobiliser la roue dentée lorsqu'elle n'est pas commandée. Les roues des unités, dizaines et centaines sont immobilisées par des cliquets semblables, qui permettent la remise à zéro en tournant dans n'importe quel sens.
- *Roue des unités.* — Chaque fois que la pompe a débité 1 cc., cette roue fait 1/10^e de tour, et son index saute d'un chiffre au suivant. Quand la roue a fait un tour complet, elle fait sauter la roue des dizaines d'une graduation, etc.
- *Première roue du compteur.* — Cette roue est interchangeable et doit avoir une dent de moins que le nombre de gouttes débitées par le tube pour un tour de manivelle, par exemple 4 dents pour le tube débitant 5 gouttes par tour.
- *Rondelle* transmettant le mouvement de l'arbre au compteur, grâce au jonc d'acier (représenté en pointillé) qui s'engage par une extrémité dans une encoche de l'arbre moteur, et par l'autre extrémité dans un trou latéral de la roue dentée.
- *Manivelle à main.* — Sa tige s'engage dans l'arbre moteur, et s'enclanche grâce à son méplat.

pour notre part, nous trouvons extrêmement pratique d'adapter directement au tube, sans interposition d'embout : ce petit détail de technique rend les rentrées d'air absolument impossibles. Du côté du receveur, nous employons l'embout mâle, et les aiguilles ou les trocars de JUBÉ à cône creux. Les grands calibres intérieurs de cet embout et de ces cônes rendent leur nettoyage intégral très facile. Pour le nettoyage du canon des aiguilles et trocars, il est indispensable d'avoir, dans chaque calibre, un mandrin racleur à bout bien plat.

Il est pratique de réunir un jeu d'aiguilles en un faisceau dont les canons sont engagés dans un bout de gros tube de caoutchouc, de façon à protéger les pointes, et de loger ce faisceau d'aiguilles avec un tube à transfusion muni de son embout, dans une petite boîte métallique, telle par exemple qu'une boîte à seringue de 5 cc. Il est facile de faire bouillir le tout dans la boîte même, et d'avoir plusieurs boîtes de composition analogue, pour faire plusieurs transfusions successives sans perte de temps.

L'appareil, serré dans son étui de cuir avec une telle boîte complète, dans laquelle nous ajoutons, pour le transport, la manivelle et un garrot plat, constitue un ensemble d'un poids de 375 grammes, tenant aisément dans une poche de gilet.

BLOC MOTEUR A 4 VITESSES

Nous ne nous étendons pas sur la description de notre bloc moteur actuel, car il ne constitue qu'un modèle provisoire. Il est monté sur un socle sous lequel est fixé un tapis de caoutchouc mousse : ainsi l'appareil tient sans risque de chute, même sur un bord de matelas plus ou moins horizontal. L'ensemble du moteur, avec son limiteur centrifuge et son réducteur à vis et de la boîte à vitesse, est englobé dans un carter de rhodoïd, d'encombrement total de $7 \times 10 \times 14$ cm. Il pèse en tout 950 grammes et donne les quatre vitesses d'entraînement de 128, 32, 8 et 2 tours minute par simple déplacement d'un bouton en face de quatre repères. La pompe se fixe instantanément à l'avant de ce bloc.

CHAPITRE III

Techniques de transfusion que nous avons employées avec nos appareils

PREPARATION DU TUBE ET DES AIGUILLES

Nous avons, à de rares exceptions près, pratiqué toutes nos transfusions de bras à bras, sans anticoagulant. Sur le conseil du docteur REVICI, de Bucarest, nous avons fait précéder toutes nos transfusions de quatre opérations préliminaires :

1° Brève ébullition du tube et des aiguilles dans l'eau ordinaire ;

2° Rinçage du tube et des aiguilles à l'alcool ;

3° — — — — — l'éther ;

4° — — — — — l'huile camphrée,

faute d'huile végétale pure stérilisée.

Ces pratiques sont assez logiques : l'ébullition amorce la stérilisation ; on ne la prolonge pas pour ne pas trop abréger la vie du tube. L'alcool enlève l'eau, l'éther enlève l'alcool et prépare le tube à être convenablement imprégné par l'huile d'olive. Celle-ci est préférée à l'huile minérale, car elle est toujours bien tolérée.

VITESSE D'INJECTION

Nos diverses techniques n'ont différé que par la vitesse d'injection. Celle-ci a varié entre 40 cc. minute et 8 cc.

minute comme vitesses extrêmes. Pour toutes les vitesses supérieures ou égales à 15 cc. minute, la transfusion se fait toujours sans difficulté, quelle que soit son abondance. Entre 15 et 12 cc. minute, l'oblitération de l'aiguille du receveur est à craindre au-dessus de 300 cc. : il faut donc, tout en poursuivant la transfusion, mettre en place une seconde aiguille et faire passer le tube de l'une à l'autre. Entre 12 et 10 cc. minute, cette précaution doit être prise après 200 cc. ; entre 10 et 8 cc. minute, après 150 cc.

DETERMINATION DE LA VITESSE OPTIMA

Nous considérons actuellement la vitesse de 25 cc. minute comme la vitesse optima pour toutes les transfusions courantes. Il est indispensable de suivre attentivement pendant 2 heures les réactions du receveur. S'il se produit une élévation de température, ou bien une légère sensation de froid, c'est l'indication de faire la transfusion suivante à la vitesse de 15 cc. minute. En suivant ces règles, on n'aura que tout à fait rarement un incident notable dans les suites opératoires. La vitesse de 10 cc. minute est réservée au cas exceptionnel d'un malade ayant fait une réaction lors d'une transfusion précédente. Et même, après 2 ou 3 transfusions pratiquées à cette vitesse, on pourra, en toute sécurité, remonter à la vitesse de 15 cc. minute. C'est, en somme, la grande règle physiologique de l'abaissement du seuil critique par son franchissement, et de son relèvement progressif dès qu'on se maintient au-dessous de son niveau.

L'analogie est grande, par exemple, avec les règles que nous a enseignées notre maître, le Docteur MAILLARD, pour le traitement de l'épilepsie :

1° Donner la dose de médicament qui supprime crises et équivalents;

2° Dès que, par suite d'une circonstance quelconque, des équivalents apparaissent, remonter légèrement au-dessus de la première dose. Après quelque temps sans équivalents, la dose peut de nouveau être abaissée ;

3° Si c'est une crise caractérisée qui apparaît, il faut, immédiatement, relever la dose bien plus haut que dans le cas précédent, et redescendre ensuite avec plus de prudence.

Pour les transfusions, nous disons :

1° *opérer à 25 cc. minute, vitesse qui supprime habituellement réaction et infra-réaction ;*

2° *dès qu'apparaît une infra-réaction, faire les transfusions suivantes à 15 cc. minute, et revenir à 25 cc. minute après quelques transfusions faites à cette vitesse ;*

3° *s'il se produit une réaction caractérisée, faire les transfusions suivantes à 10 cc. minute, et revenir ensuite prudemment à 15, puis 25 cc. minute.*

TECHNIQUE DÉTAILLÉE DE TRANSFUSIONS AVEC NOTRE DERNIER PROTOTYPE ACTIONNE À LA MAIN

Nous allons maintenant indiquer, geste par geste, la marche à suivre pour opérer une transfusion suivant notre technique personnelle.

1° Vérification de l'appareil et de ses accessoires.

Si l'on a précédemment réglé l'appareil pour un autre emploi, il faut le régler pour le tube de feuille anglaise transparente qui débite 5 gouttes par tour de manivelle : pour cela :

- desserrer les deux vis de fixation de la came ;
- glisser sur chaque extrémité de la came, entre celle-ci et le couvercle, une cale de 6/10 de mm. (3 épaisseurs de clinquant de 2/10) ;
- bloquer les deux vis ;
- enlever la rondelle molettée qui recouvre la première roue dentée du compteur ;
- faire tomber cette roue, la remplacer par une roue de quatre dents ;
- remettre la rondelle molettée.

Il convient ensuite, si l'on n'est pas sûr de leur parfait état de propreté, de vérifier le tube et l'embout. On vérifie également, sous le double rapport de la propreté et de l'affûtage, le jeu d'aiguilles qui sera constitué par :

- une aiguille de donneur de Jubé de 15/10 ;

— deux trocars de receveur de Jubé de 15/10 (ou, si on le préfère, deux aiguilles), et réuni, comme nous l'avons dit plus haut, en un faisceau au moyen d'un bout de tube de caoutchouc ;

— enrouler le tube et poser les aiguilles au fond d'une petite boîte à seringue de Pravaz ;

— s'assurer de la présence de la manivelle et des trois produits nécessaires au rinçage du tube (alcool, éther, ampoule d'huile camphrée).

2°. Stérilisation et lubrification du tube et des aiguilles.

— Faire bouillir tube et aiguilles dans leur boîte en prolongeant l'ébullition quelques secondes seulement. Vider l'eau sans ouvrir le couvercle.

— Poser la pompe devant soi, à plat, sur une table quelconque, le compteur faisant face. Mettre en place la manivelle et enlever le couvercle du couloir.

— Poser la boîte ouverte derrière l'appareil et la débarrasser des aiguilles, qu'on pose momentanément dans le couvercle de la boîte.

— Saisir le tube par sa partie moyenne qu'on place dans le couloir de la pompe, laissant les deux extrémités du tube dans la boîte à l'abri des contacts septiques, et remettre le couvercle du couloir. La rampe en pente douce de la came doit être à main droite, c'est-à-dire du côté du receveur. L'embout étant destiné à l'aiguille du receveur, doit être sur l'extrémité droite du tube.

— Adapter une aiguille à chaque extrémité du tube, l'aiguille du donneur directement sans embout, l'aiguille ou le trocart du receveur à l'embout, et les laisser reposer au fond de la boîte.

— Verser dans la boîte 5 à 10 cc. d'alcool à 90°, donner quelques tours de manivelle pour rincer le tube à l'alcool. Soulever l'aiguille du donneur au-dessus du niveau du liquide et donner encore quelques tours de manivelle pour vider le tube. Rejeter l'alcool.

— Même opération avec quelques centimètres cubes d'éther ;

— Plonger l'aiguille du donneur dans une ampoule d'huile camphrée (2 cc. suffisent), et donner quelques tours de manivelle, afin que l'huile ressorte par l'aiguille du receveur.

— Mettre le compteur à zéro.

3° Mise en train de la transfusion.

Cette opération se pratique comme avec une seringue de JUBÉ, sans aucune difficulté. Il est préférable, comme toujours, de ponctionner d'abord la veine du malade, en laissant

le mandrin dans l'aiguille le temps qu'on ponctionne ensuite la veine du donneur. Cette dernière ponction se pratique aisément en laissant l'aiguille adaptée à l'appareil : dès que la ponction est faite, on voit par transparence le sang progresser dans le tube à mesure qu'on tourne la manivelle ; on amène la colonne sanguine jusqu'à l'autre extrémité du tube et, sans perdre une goutte de sang, on adapte l'embout à l'aiguille du receveur. Il ne reste plus qu'à tourner la manivelle en vérifiant la vitesse d'injection sur un bracelet-montre, et en surveillant le tube en amont et en aval. On ne peut tourner que dans le bon sens : à l'envers la chaîne coince, rendant toute erreur impossible.

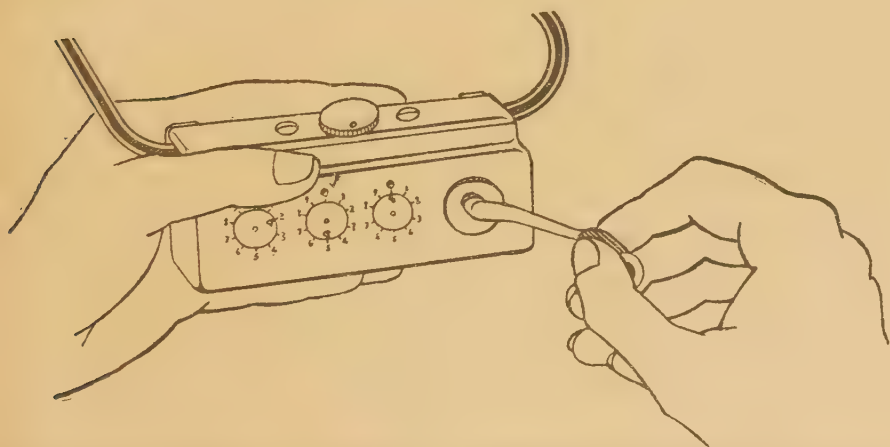


FIG. 4. — Transfusion à la manivelle (le compteur marque 250 centim. cubes)

4° Incidents en cours de transfusion.

— si l'une des aiguilles sort de sa veine, il est préférable, surtout pour une transfusion très lente, de tout recommencer avec un tube et des aiguilles propres ;

— si l'aiguille du donneur donne mal, on en est instantanément prévenu par l'apparition de bulles blanches dans le tube du donneur : ce sont les gaz dissous dans le sang qui se dégagent par suite de la dépression. Cet incident se dis-

tingue d'une rentrée d'air par le fait qu'on ne voit pas de bulles blanches dans le tube du receveur : en effet, en aval, il n'y a pas de dépression et les gaz se redissolvent instantanément. Il n'y a, le plus souvent, qu'à demander au donneur de tenir son aiguille légèrement soulevée, pour que celle-ci se remette à donner normalement ;

— *les rentrées d'air sont d'ailleurs impossibles* si l'on a adapté correctement l'aiguille du donneur directement sur le tube, sans interposition d'embout. S'il y a un embout, au contraire, l'incident est possible : on en est prévenu par des bulles blanches qui, cette fois, sont visibles également dans le tube du receveur ;

— *lorsque le calibre utile de l'aiguille du receveur diminue*, on en est prévenu nettement parce qu'on voit le tube du receveur se gonfler. Si la transfusion est près d'être terminée, on peut aller jusqu'au bout en ralentissant la vitesse. Dans le cas contraire, on confie l'appareil à un aide, qui tourne lentement la manivelle, cependant qu'on place une seconde aiguille dans une veine du receveur, puis on fait passer le tube de l'une à l'autre. Cet incident, nous l'avons vu, ne s'observe que dans les transfusions à la fois très abondantes et exceptionnellement lentes.

5° Fin de la transfusion.

— On enlève l'aiguille du donneur lorsque le compteur marque la quantité à injecter, puis on continue à tourner, en suivant par transparence la queue de la colonne sanguine.

— On s'arrête quand celle-ci arrive à l'aiguille du receveur. (Il est facile d'effectuer, avec notre appareil, une transfusion sans répandre une seule goutte de sang.)

— On plonge immédiatement les deux aiguilles, toujours adaptées au tube, dans une cuvette d'eau et, de quelques tours rapides de manivelle, on fait un premier rinçage.

TRANSFUSION AVEC NOTRE DERNIER PROTOTYPE
MUNI DE SON BLOC MOTEUR ELECTRIQUE

La technique est la même, mais l'opération bien plus facile, puisqu'on a les deux mains libres. La moto-pompe se pose sur le bord du lit, contre le bras du malade ; elle marche en toutes positions et, même très penchée, elle tient en place grâce à son tapis de caoutchouc mousse. Il est bien agréable pour l'opérateur, et souvent instructif, de pouvoir examiner le malade à loisir, prendre sa pression artérielle, son pouls, etc., pendant toute la durée de la transfusion. D'autre part, la vitesse d'injection est rigoureusement régulière et connue. Aussi, hormis quelques cas particuliers, pratiquons-nous toujours maintenant les transfusions au moteur.

CHAPITRE IV

Suites opératoires au cours de nos observations personnelles de transfusion

CE QUE NOUS ENTENDONS PAR SUITES OPERATOIRES :
NOUS RESTONS SUR LE PLAN TECHNIQUE

Nous n'envisagerons pas ici les effets thérapeutiques des transfusions que nous avons eu l'occasion d'observer ou de pratiquer, mais seulement les suites opératoires immédiates, c'est-à-dire, pour fixer les idées, les événements survenant durant les deux premières heures qui suivent la transfusion. Il est de notion courante, en effet, que durant les deux premières heures, les suites de transfusion sont très variables suivant la technique employée. Passé ce délai, s'il ne s'est rien produit d'anormal, on ne peut guère imputer les incidents ultérieurs à la technique de la transfusion.

TRANSFUSIONS A LA SERINGUE

Nous avons eu l'occasion d'observer un certain nombre de transfusions pratiquées à la seringue, par divers opérateurs qui allaient plus ou moins vite. Nous n'avons pas établi malheureusement de statistiques rigoureuses sur les suites opératoires de ces transfusions, mais il nous a semblé que, globalement, nous avons observé le frisson post-transfusionnel une fois sur deux. Ici, quelques restrictions s'imposent : la

moitié environ de ces frissons étaient de courte durée, 5 minutes à un quart d'heure, cessant d'eux-mêmes dès qu'on avait réchauffé le patient. Le grand frisson, noté par la surveillance sur le cahier de rapport et n'ayant cessé qu'après l'injection d'un centigramme de morphine, ne s'observait que dans un quart des cas environ. Autre restriction très importante : certains opérateurs ont des suites meilleures que d'autres; et, à ce point de vue, les meilleurs opérateurs nous ont paru être ceux qui injectaient le plus lentement.

PREMIERE SERIE DE TRANSFUSIONS PRATIQUEES AVEC L'APPAREIL HENRY ET JOUVELET

En 1938, nous équipons un appareil dérivé de la pompe Le Noël, avec un moteur synchrone, c'est-à-dire à vitesse rigoureusement fixe et nous pratiquons 42 transfusions à la vitesse de 12 cc. par minute. Nous observons trois frissons, tous tardifs, légers et de courte durée. Mais il y a un revers à la médaille : nous n'avons pas entrepris à cette vitesse une seule transfusion dépassant 200 cc., car, parmi celles comprises entre 150 et 200 cc. nous avons été presque chaque fois (7 cas sur 9) contraint de nous arrêter avant la fin, par suite de l'oblitération d'une aiguille par un caillot.

Nous pratiquons alors trois transfusions à la vitesse de 60 cc. à la minute : nous observons chaque fois un frisson précoce et intense, de durée supérieure à une demi-heure.

TRANSFUSIONS PRATIQUEES AVEC NOS APPAREILS

Ces premiers résultats nous encouragent à poursuivre la réalisation d'une pompe à débit continu, permettant d'abaisser impunément la vitesse d'injection. En octobre 1938, notre premier prototype est prêt, et nous faisons une série de 300 transfusions à des vitesses variant de 25 cc. minute à 6 cc. minute. De cette série, nous n'avons malheureusement pas conservé les résultats ; ce n'est que peu avant la guerre que nous faisons imprimer des fiches du modèle ci-dessous

(fig. 5), qui nous fournissent sur chaque transfusion un véritable rapport des suites opératoires.

Nous avons pu étudier, de cette façon, 293 transfusions, dont 87 en 1939 et 206 du 15 janvier au 25 novembre 1942.

A partir d'avril 1942, nous utilisons notre dernier prototype, dont les résultats sont sensiblement superposables à

Service de M. le Professeur ABRAMI SUITES DE TRANSFUSION	Date.....Heure.....
	Nom.....
	Salle.....Lit.....
	Quantité.....Technique.....
	Donneur.....

ATTENTION. — Cette fiche ne doit pas rester dans le dossier du malade. Prière de la porter au Bureau de l'Hôpital aussitôt remplie.

A REMPLIR PAR LA SOIGNANTE :

Il n'y a eu aucune réaction.

Il y a eu une réaction.

} Rayer l'une des 2 mentions.

(L'éruption d'urticaire, un malaise passager, un léger mal de tête, un frisson de 5 minutes, etc., sont des réactions).

Température.....

{ à heure..... à heure..... à heure..... au moment de la réaction.....	à heure.....
	à heure.....
	à heure.....
	au moment de la réaction.....

La réaction a duré de à

Description de la réaction :

Traitement fait :

SIGNATURE.

FIG. 5. — *Modèle de nos fiches*
pour l'observation des suites opératoires

ceux du précédent. Nous réunissons donc, dans l'exposé ci-dessous, les suites opératoires de ces 293 transfusions.

Le résultat global est le suivant : 274 transfusions n'ont été ni accompagnées ni suivies d'aucune manifestation morbide imputable à la transfusion (mis à part 9 cas d'urticaire,

dont 7 chez la même malade, et sur lesquels nous reviendrons) ; 19 transfusions ont été accompagnées ou suivies d'incidents variés, soit 6,5 %.

Nous avons toujours vu les incidents apparaître soit dans la première demi-heure (à partir du début de la transfusion), soit au cours de la deuxième heure. Nous les classerons donc en précoces et tardifs.

INCIDENTS PRECOCES

Nous en avons observé trois cas, soit 1 %. En voici ci-dessous les observations succinctes :

1) CRISE DE DYSPNÉE. — Homme de 35 ans, aleucie d'origine benzolique. Deux transfusions de 150 cc. pratiquées les 1^{er} et 5 mars 1942, à la vitesse de 25 cc. minute, sans incident. Le 9 mars, l'état du malade est des plus graves : température en plateau à 39,5, polypnée superficielle, hémorragies profuses; nouvelle transfusion de 150 cc. commencée à la même vitesse que les précédentes; au bout de 4 minutes, alors que nous avons injecté 100 gr. de sang, la polypnée s'exagère, s'accompagne de dyspnée, de toux, et d'un malaise général. Nous réduisons la vitesse à 10 cc. minute, soit 5 minutes pour terminer les 50 derniers cc. Au cours de ces 5 minutes, le malaise se dissipe et la dyspnée disparaît. Quatrième transfusion le 11, pratiquée entièrement à la vitesse de 10 cc. minute, sans incident. Décès le 12.

2) - HÉMIPLÉGIE TRANSITOIRE. — Homme de 65 ans ; diagnostic : œdèmes de carence. Les 1^{er}, 3, 4, 5, 6 juillet 1942, transfusions plasmatiques de 600 cc. Les 2, 9 et 10 juillet, transfusions de 300 et 500 cc. de sang pur sans incident à la vitesse de 25 cc. minute. Le 11 juillet, transfusion de 300 cc. à la même vitesse. Une ou deux minutes après la fin de la transfusion, alors que nous rinçons l'appareil, le malade pâlit, laisse tomber un objet qu'il tenait de la main droite, et profère quelques sons inarticulés. Nous lui demandons de serrer la main droite : il n'a aucune force dans la main. Mais déjà, en 5 à 6 secondes, l'accident se dissipe, et lorsque, quelques secondes plus tard, nous recherchons le réflexe cutané plantaire, nous le trouvons normal, ainsi que les réflexes tendineux, le malade recouvre la parole, et tout rentre dans l'ordre en moins d'une minute. Les 12, 13 et 14 juillet, transfusions de 300 cc. (15 cc. min.) sans incident.

3) DOULEURS LOMBAIRES. — Homme de 40 ans. Diagnostic : maladie d'Osler. Une transfusion de 200 cc. pratiquée le 27 octobre 1942 à la vitesse de 33 cc. minute. Suites normales. Le 29, deuxième transfusion à la même vitesse. Dès le début de la transfusion, apparaît une vive douleur lombaire, que le malade attribue à une fausse position. Au bout de 6 minutes, la transfusion est terminée, la douleur persiste. Nous faisons pratiquer une injection d'un centigramme de morphine ; la douleur se calme en 5 minutes : durée totale de l'incident : un quart d'heure environ. Pas d'hématies ni d'hémoglobine dans les urines recueillies une heure après la transfusion. Les cinq transfusions suivantes, continuées au rythme d'une tous les deux jours, n'ont été suivies d'aucun incident : mais nous avons abaissé la vitesse à 15 cc. minute. Nous essayons alors de reprendre la vitesse de 33 cc. minute : dès le début de la transfusion, la douleur reparait. Nous abaissons aussitôt la vitesse. La douleur se dissipe en quelques instants.

Voilà la description des seuls incidents précoces que nous ayons observés au cours des transfusions pratiquées avec nos appareils. On remarquera qu'ils sont tous survenus au cours de transfusions pratiquées relativement rapidement (25 à 33 cc. minute), et *qu'ils ne se sont pas reproduits au cours de transfusions ultérieures pratiquées plus lentement*. Nous ne nous risquons pas à émettre des hypothèses pathogéniques pour les expliquer. Notons seulement que ce ne sont pas des faits isolés : d'autres transfuseurs ont observé des incidents analogues.

REACTIONS TARDIVES

Tous les incidents tardifs que nous avons observés se ramènent à un seul type : le frisson post-transfusionnel accompagné généralement d'un clocher thermique, **syndrome** toujours identique à lui-même, mises à part son intensité et sa durée. Ce syndrome est trop connu pour que nous en reprenions ici la description. Précisons seulement que, chaque fois que nous avons pu prendre la pression artérielle au cours de la réaction, nous avons trouvé celle-ci au chiffre habituel du malade. D'autre part, à la suite de nos transfusions semi-lentes, le frisson n'a jamais débuté moins d'une

heure après le début de la transfusion, alors qu'il est généralement plus précoce après les transfusions rapides. Rappelons enfin un fait bien connu des surveillantes : les réactions sont bien plus fréquentes à la suite de transfusions pratiquées après un repas, qu'à la suite de transfusions pratiquées à jeun.

Au cours de notre série de 293 transfusions, nous avons eu 17 réactions. Nous classons celles-ci en deux catégories suivant leur durée :

— petites réactions, caractérisées par un frisson ayant cessé spontanément en moins d'un quart d'heure (13 cas);

— grandes réactions, ayant duré plus d'un quart d'heure (4 cas).

PETITES REACTIONS

1) - ANÉMIE HÉMOLYTIQUE DE TYPE MARCHIAFAVA MICHAELI.

22 et 29 nov. 1938, 300 cc. (25 cc. min.) : pas de réaction. 21 décembre, splénectomie. La maladie continue d'évoluer. On pratique alors une transfusion goutte à goutte de 250 cc. de sang citraté (technique et appareillage de Tzanck et Dreyfuss), à la suite de laquelle se produit une violente crise d'hémoglobinurie. Nous revoyons la malade en mai 1939. Du 16 mai au 25 juillet, sept transfusions de 200 et 300 cc. (15 cc. minute), sans réaction. L'affection se complique alors d'une pleurésie séro-fibrineuse, et l'état général décline rapidement. 1^{er} août, 200 cc. (15 cc. minute), pas de réaction. — 8 août, 200 cc. (15 cc. minute), frisson de 10 minutes. — 15 août, 200 cc. (10 cc. minute), pas de réaction. Mort le 17 août. *Aucune de nos transfusions n'a été suivie d'hémoglobinurie, ni d'hémosidérinurie.*

2) - MALADIE DE BASEDOW

10 décembre 1938, 150 cc. (25 cc. min.), frisson de 10 minutes, température 38,4.

17 décembre et 13 janvier 1939, 300 cc. (15 cc. min.), pas de réaction.

3) ENCÉPHALITE LÉTHARGIQUE

14 mars 1942, 200 cc. (25 cc. min.), frisson de 5 minutes, sans modification thermique. Cette malade présentait fréquemment des

crises d'hypertension intra-crânienne durant de 5 à 10 jours. L'une de ces crises ayant débuté à la suite de la transfusion, celle-ci n'a pas été renouvelée.

4) - ULCÈRE GASTRIQUE, HÉMATÈME

18 mars 1942, 150 cc. (25 cc. min.), frisson de 15 minutes, température passée de 38 à 39,3. *Reprise de l'hématème* (un demi-litre environ).

20 mars, 150 cc. (15 cc. min.), pas de réaction.

5) - ANÉMIE DE BIERMER

21 mars 1942, 150 cc. (10 cc. min.), pas de réaction.

30 mars, 150 cc. (25 cc. min.), frisson de 5 minutes. Température passée de 38,3 à 39,2.

22 avril, 150 cc. (15 cc. min.), pas de réaction.

23 avril, 200 cc. (25 cc. min.), pas de réaction.

6) - ALEUCIE BENZOLIQUE IN EXTREMIS

21 avril 1942, 150 cc. (10 cc. min.), frisson de 5 minutes, sans modification thermique.

7) - LEUCÉMIE MYÉLOÏDE EN POUSSÉE AIGUE TERMINALE

Du 7 juin 1942 au 29 juin, 17 transfusions de 100 et 200 cc. (15 cc. min.), toutes sans réactions, sauf la sixième qui a été suivie d'un frisson de 10 minutes, sans modification thermique. Cette transfusion a été pratiquée avec un tube neuf, dans lequel il restait peut-être un peu de talc.

8) - FAUSSE-COUCHE

19 juin 1942, 250 cc. (40 cc. min.), frisson de 5 minutes. Température : 38,2.

9 et 10) - HÉMATÈME DE CAUSE INCONNUE (rate non palpable)

9 août 1942, 150 cc. (25 cc. min.), pas de réaction.

11 août, 160 cc. (25 cc. min.) : frisson de 5 minutes, la température passe de 38,3 à 39.

12 août, 150 cc. (25 cc. min.) : frisson de un quart d'heure, plus fort que le précédent, mais sans élévation de température.

14 août, 100 cc. (8 cc. min.) : pas de réaction.

11) - FAUSSE-COUCHE

2 novembre 1942, 200 cc. (40 cc. min.) : frisson de 10 minutes; température : 38,4.

4 novembre, 200 cc. (25 cc. min.) : pas de réaction.

12) - EPISTAXIS RÉPÉTÉES CHEZ UN HYPERTENDU

30 octobre 1942, 200 cc. (25 cc. min.) : pas de réaction.

13 novembre 1942, 200 cc. (25 cc. min.) : pas de réaction.

24 novembre 1942, 200 cc. (25 cc. min.) : frisson de 15 minutes, température : 38,8.

13) - LEUCÉMIE LYMPHOÏDE

Nous retrouverons ce cas dans le paragraphe suivant.

GRANDES REACTIONS

1) - CIRRHOSE DE LAENNEC A LA PÉRIODE TERMINALE

22 décembre 1938, 300 cc. (25 cc. min.) : pas de réaction, mais le lendemain, ictère hémolytique qui dure 4 jours.

7 janvier 1939, 300 cc. (25 cc. min.) : grand frisson d'une heure ; la température passe de 37,4 à 38,6.

14 janvier, 300 cc. (12 cc. min.) : pas de réaction.

3 février, 250 cc. et 200 cc. (12 cc. min.) : pas de réaction.

2 et 3) - LEUCÉMIE LYMPHOÏDE

21 octobre 1938, 300 cc. (25 cc. min.) : pas de réaction.

25 octobre 1938, 300 cc. (25 cc. min.) : pas de réaction.

31 octobre 1938 : 200 cc. (60 cc. min.) : avec l'appareil de Henry et Jouvet, grand frisson d'une heure, température, 39,4.

7 novembre, 150 cc. (12 cc. min.) : grand frisson de 3/4 d'heure ; température, 39,7.

17 décembre, 300 cc. (12 cc. min.) : grand frisson d'une heure ; température, 39,5.

20 février 1939, 400 cc. (12 cc. min.), frisson de 10 minutes, température 38,2.

Il y a lieu de remarquer qu'avant la transfusion rapide, nous n'avons eu aucune réaction, tandis qu'après celle-ci, nous n'avons pas réussi à faire une transfusion sans provoquer de réaction.

4) - CANCER DE LA TÊTE DU PANCRÉAS

6 juillet 1941, 250 cc. (25 cc. min.) : pas de réaction.

30 juillet 1941, 300 cc. (33 cc. min.) : grand frisson de trois quarts d'heure, sans fièvre.

INFRA-REACTIONS

Nous désignons par là les cas où la transfusion n'a été suivie d'aucune manifestation clinique, sauf une élévation de température que nous avons dépistée grâce à la prise systématique des températures une demi-heure, une heure et deux heures après la transfusion. Les observations en sont relativement rares (9 cas pour 293 transfusions), mais intéressantes, pensons-nous, car, dans les cas où nous avons eu l'occasion de retransfuser ces malades, la transfusion suivante a été suivie d'une réaction qui, pensons-nous, aurait pu être évitée si nous avions fait cette transfusion plus lentement. Pour reprendre la comparaison que nous faisons au chapitre précédent, nous croyons que ces infra-réactions sont de véritables équivalents analogues aux équivalents de crises comitiales, indiquant que la vitesse d'injection a été très près du seuil critique, et devant faire craindre une réaction pour peu que ce seuil s'abaisse. Et nous croyons que le fait même de s'être approché de ce seuil est cause de son abaissement ultérieur, au même titre, mais à un moindre degré, que lorsqu'on le franchit (par exemple dans notre deuxième cas de grande réaction).

L'URTICAIRE

Nous l'avons observée chez trois malades. Deux d'entre elles n'en ont présenté qu'une fois, bien que nous leur ayons pratiqué plusieurs transfusions. La dernière (péritonite tuberculeuse) a eu 7 crises d'urticaire pour 8 transfusions. Aucune de ces malades n'a fait d'autre type de réaction après les transfusions, bien que nous n'ayons pas réduit la vitesse au cours des transfusions suivantes.

CHAPITRE V

Injections intra-veineuses continues avec nos appareils

ETAT ACTUEL DE LA QUESTION

Depuis 1936, date de la thèse de SALLET sur les injections intra-vasculaires continues, ce procédé thérapeutique n'a pas gagné beaucoup de terrain en France, sauf en médecine infantile, pour le traitement du choléra aigu du nourrisson. Cela reste un procédé d'exception, tenant plus du laboratoire de physiologie que de la clinique. Nous croyons ce retard dû aux difficultés techniques et à l'absence d'un appareillage simple donnant toute sécurité.

Nous avons vu, au début de ce travail, qu'on ne peut guère, avec une pompe de type Le Noël, abaisser la vitesse au-dessous de 50 cc. à l'heure, et qu'à cette vitesse l'injection détermine habituellement, au bout d'un jour ou deux, une phlébite à la fois gênante et inquiétante. Avec le goutte à goutte classique, on peut aller plus lentement, mais il faut une surveillance permanente si l'on veut être sûr de la vitesse, car celle-ci se dérègle fréquemment. Lorsqu'on descend au-dessous de 30 cc. à l'heure, il est toujours à craindre que le débit ne s'arrête, et dès qu'il s'arrête seulement 5 minutes, l'aiguille est bouchée par le reflux et la coagulation du sang. En fait, nous avons pu observer que les injections goutte à goutte d'une durée supérieure à une ou deux heures, s'exé-

eurent rarement conformément au programme fixé : erreurs dans le calcul de la vitesse, dues à la variabilité de volume des gouttes suivant les burettes, variations de vitesse, interruptions plus ou moins longues pour aiguilles bouchées, souvent même injections poursuivies pendant une heure ou deux en sous-cutané, à côté de la veine, sont la monnaie courante de ces sortes d'expériences. Un opérateur qui a réussi une injection goutte à goutte de 10 à 12 heures, à vitesse déterminée, a toutes raisons d'être fier de son exploit et de féliciter les infirmières qui l'ont surveillée (exception faite, bien entendu, de certains services d'enfants où le personnel est assez nombreux et spécialement dressé à cette surveillance).

LA PHLEBITE MECANIQUE

Nous n'avons pas élucidé le mécanisme de cet incident, que nous avons observé chaque fois que nous avons prolongé un débit supérieur à 30 cc. plus de 24 heures. Et même à la vitesse de 30 cc. à l'heure, nous l'avons observé encore parfois. Elle est souvent bien plus précoce et, tout récemment, nous l'avons observée à l'occasion d'une transfusion (600 cc. de sang dilué dans 500 cc. de sérum physiologique), faite en 5 heures, à raison de 200 cc. par heure. Lors de cette dernière observation, nous avons pu mettre hors de cause les variations de température du liquide injecté, car le réchauffement a été exécuté, durant toute l'injection, d'une façon impeccable.

Cliniquement, cette phlébite commence par une induration de la veine au voisinage du point d'injection, avec réaction inflammatoire périveineuse. Cette réaction suit une marche ascendante jusqu'à la racine du membre et, si l'on n'enlève pas l'aiguille, apparaît alors un œdème progressif, blanc, modérément douloureux. Les symptômes régressent en quelques heures, dès qu'on a enlevé l'aiguille. Nous n'avons jamais observé de complication.

Pour éviter cet incident, nous ne connaissons qu'un moyen, la réduction de la vitesse d'injection.

DESCRIPTION DE NOTRE APPAREILLAGE

Nous avons utilisé nos pompes à débit continu, actionnées par un moteur synchrone parfaitement silencieux. Ce moteur tourne à 120 tours minute. Par l'intermédiaire d'une démultiplication à trois étages, nous obtenons les débits de 15, 60 et 250 cc. à l'heure avec notre tube fin, — 30, 120 et 500 cc. avec un tube plus gros. Ces débits sont rigoureusement fixes. Le tube comprend d'abord un plongeur en verre, puis 20 cm. de gros tube, puis 1 m. 50 de tube fin, en sorte qu'on peut aisément mettre la pompe soit au niveau du gros tube, soit sur le tube fin. Un débrayage permet d'actionner la pompe à la manivelle sans arrêter le moteur, notamment pour purger le tube. Comme récipients, nous utilisons des flacons gradués, les uns de faible contenance, gradués par 15 cc., les autres plus grands, gradués par quart de litre, et des flacons ordinaires de 500 cc. de sérum artificiel. Pour la ponction veineuse, nous utilisons de préférence les trocars de JUBÉ de 12/10^{es} de mm.

TECHNIQUE SPECIALE DE PONCTION VEINEUSE

En vue d'éliminer les risques de déplacement du trocart, nous ponctionnons, toutes les fois que cela est possible, à distance d'un pli de flexion, et de préférence au bras, en rentrant d'emblée dans la veine, et cathétérisant ensuite celle-ci de toute la longueur du trocart. Le tube est amené à l'épaule du patient, au besoin en décousant une partie de l'emmanchure de la chemise, et descend le long du bras, fixé par du sparadrap, décrit enfin une boucle pour s'adapter au pavillon du trocart. De cette façon, si une traction est exercée accidentellement sur le tube, celle-ci ne tendra pas à faire sortir le trocart de la veine. Le trocart est également fixé par du sparadrap, puis le bras est recouvert d'un solide pansement.

RECHAUFFEMENT DU LIQUIDE

Celui-ci est assuré parfaitement, jusqu'au débit de 30 cc. à l'heure, par le malade lui-même, grâce au pansement qui applique les 30 derniers centimètres de tube contre la peau. Pour les débits plus rapides, nous n'avons utilisé que la primitive cuvette d'eau chaude dans laquelle plonge une boucle du tube, tout en reconnaissant que ce procédé est exécrable. Nous n'avons pas étudié de réchauffeur thermostatique, car nous savons qu'il en existe de nombreux modèles, que nous n'avons pas pu malheureusement expérimenter jusqu'ici.

VITESSE D'INJECTION

Celle-ci doit être aussi réduite que possible, réserve faite de deux considérations : la solubilité du produit actif et la nécessité de rehydrater le patient. Parmi les produits que nous avons eu l'occasion d'injecter, seul le septoplax a une solubilité insuffisante pour qu'on puisse parvenir à des doses suffisantes avec 15 cc. à l'heure. Nous en avons une fois injecté 6 gr. en 24 heures, ce qui correspond à 1 l. 1/2 de solution, soit 60 cc. à l'heure. Une réaction phlébitique nous a fait renoncer à cette médication, et nous avons eu recours alors au dagénan, puis à la thiosamide sodique que nous avons injectée durant quatre jours consécutifs, aux doses de 12 gr. et 8 gr. par 24 heures pour un cas de septicémie staphylococcique avec intolérance absolue pour toutes les sulfamides par voie buccale : nous n'avons eu aucun incident, mais nous avons ramené la quantité de liquide à 15 cc. heure.

En ce qui concerne la rehydratation par voie veineuse, nous avons eu des réactions phlébitiques lorsque nous avons essayé de poursuivre des injections abondantes de sérum artificiel réparties sur plusieurs heures consécutives. Au contraire, aucun incident ne s'est produit lorsque nous avons effectué l'hydratation d'une façon discontinue, à raison d'un demi-litre à un litre en une heure.

En résumé, nous observons les règles suivantes pour la conduite d'une injection intra-veineuse lente :

1° Débit continu de 15 cc. par heure pour l'injection du médicament actif ;

2° En cas de besoin hydrique, administration de la dose nécessaire de sérum artificiel en une à deux heures au maximum, suivie de retour à 15 cc. par heure ;

3° Si la dose horaire de médicament actif ne peut être dissoute dans 15 cc. d'excipient, on peut aller jusqu'à 30 cc. ; mais, au delà de ce chiffre, les injections intra-veineuses lentes prolongées sont peut-être dangereuses.

Nous n'avons encore que 12 observations personnelles d'injections intra-veineuses lentes poursuivies sans interruption plus de 24 heures. Au cours de ces injections, le médicament actif principal était :

- strychnine (3 cas) ;
- ouabaïne (1 cas) ;
- salicylate de soude (1 cas) ;
- pressyl (4 cas) ;
- insuline (1 cas) ;
- sulfamides (2 cas).

Nous n'avons pas eu d'accidents. Les réactions phlébitiques nous ont gêné dans 8 cas, et uniquement lorsque nous dépassions le débit horaire de 30 cc. Elles ont toujours régressé rapidement. Nous attendons d'avoir réuni un nombre plus important d'observations pour faire une publication d'ensemble à ce sujet.

AUTRES USAGES POUR LESQUELS NOUS AVONS EXPERIMENTE NOS APPAREILS

Injection intra-veineuse lente de courte durée de médicaments dangereux (sérum hypertonique), ou sclérosants (salicylate de soude), ou douloureux (alcool), lorsqu'ils sont injectés trop rapidement. Dans cet usage, la pompe remplace le goutte à goutte, incommode à régler pour de petites quantités.

Ponction d'épanchement pleural. — L'aspiration continue rend l'évacuation moins douloureuse qu'à la seringue. Une fois le syphonage amorcé, on soulève le couvercle. On pompe à nouveau lorsque la dépression du siphon est insuffisante.

Autohémothérapie sans perdre une goutte de sang, grâce au tube transparent.

Saignée effectuée avec le maximum de propreté et à la vitesse qu'on désire (ce qui est une excellente occasion de vérifier les indications du compteur, en recueillant le sang dans une éprouvette graduée).

Injection massive sous-cutanée, qui s'exécute ainsi avec l'appareillage le plus réduit, par exemple avec le petit tube à transfusion de 35 cm. de long, et à la vitesse qu'on désire.

Ce ne sont là que quelques exemples des multiples cas de pratique courante où notre appareil peut, croyons-nous, rendre service, car son encombrement et son poids réduits permettent de l'avoir constamment avec soi.

PREMIER APPENDICE

Projet d'appareillage simple pour injections intra-veineuses continues

UTILITE DE CET APPAREILLAGE

Avec notre dernier prototype, muni de son bloc moteur à 4 vitesses, les injections intra-veineuses continues sont aisées à réaliser. La vitesse la plus faible est précisément 15 ou 30 cc. par heure, suivant le tube utilisé. Lorsque nous lui aurons adapté sa boîte à 7 vitesses, il sera d'un emploi encore plus universel et plus facile. Malheureusement ce sera, du moins au début, un appareil rare et relativement onéreux, qu'on n'aura pas toujours sous la main lorsqu'on en aura besoin.

C'est pourquoi nous projetons de construire un appareil plus simple, qui, grâce à une technique nouvelle, permettra la vulgarisation des injections intra-veineuses continues.

PRINCIPE

Cet appareil s'inspire des règles que nous énoncions au chapitre précédent ; il est conçu pour fonctionner continuellement à la vitesse unique de 15 cc. minute ou de 30 cc. minute, suivant le calibre du tube utilisé. En cours de traitement, s'il est besoin d'administrer des quantités plus importantes de liquide, on utilise un goutte à goutte ordinaire, qui se branche simultanément sur le même trocart.

QUELQUES DETAILS DE REALISATION

La *pompe*, très simple, est comme notre premier prototype à rouleaux en cage d'écureuil, avec came compensatrice. Comme *propulseur*, nous choisirons probablement le moteur asynchrone synchronisé Lip, démultiplié à 1 tour minute (poids : 800 gr. ; puissance : 1/10.000^e de cheval). Un *débrayage* permet d'actionner la pompe à la manivelle.

Le *trocart* rappelle celui de Potain, avec un robinet et un ajutage latéral. Le robinet, à 3 voies, permet toutes les variétés d'aiguillage entre le canon, l'ajutage latéral et le pavillon. L'ajutage latéral porte une olive où s'adapte directement le tube de la pompe, sans interposition d'embout. Au pavillon s'adaptent indifféremment le mandrin tranchant, le mandrin mousse, une seringue ou un embout.

Le *tube*, très fin, transparent, a une capacité de 5 cc. pour 1 m. 50 de long ; il s'adapte d'un bout au tube plongeur en verre, de l'autre à l'ajutage latéral du trocart.

UTILISATION

Le *dosage* des médicaments s'effectue simplement dans des flacons gradués de 15 en 15 cc. (fioles à potion par exemple), sur lesquels on marque la quantité de produit actif qu'ils contiennent par graduation de 15 cc. Pour changer la dose, on peut, soit changer la concentration, soit, ce qui est préférable, changer de flacon. Pour suspendre momentanément le traitement, on met un flacon de sérum physiologique pur, afin de conserver un « mandrin liquide ». Ces changements sont effectifs 20 minutes après le moment où l'on change de flacon, puisque la capacité du tube est de 5 cc. En cas d'urgence, on purge le tube de son ancien contenu en manœuvrant la pompe à la main, et en recueillant les 5 cc. au pavillon du trocart, puis on le remplit de la nouvelle solution par la même méthode. Pour une *injection rapide à la seringue*, une *prise de sang*, une *transfusion*, on adapte la seringue ou l'embout au pavillon du trocart ; de même pour une *injec-*

tion abondante en goutte à goutte, qui peut parfaitement se poursuivre en même temps que l'injection lente, par le même trocart, à condition, bien entendu, que les produits soient miscibles.

**

Lorsque nous aurons pu construire ce petit appareil et réunir un nombre suffisant d'observations de son emploi, nous verrons ce que vaut ce projet. Nous l'exposons ici parce qu'il nous paraît séduisant et que, ne sachant ce que l'avenir nous réserve, nous ne sommes pas sûr de le réaliser nous-même. Ainsi nous espérons, d'une façon ou d'une autre, contribuer à la vulgarisation des injections intra-veineuses continues, jusqu'ici difficiles à pratiquer, mais qui ont par ailleurs une série d'avantages évidents.

DEUXIEME APPENDICE

Pour la création d'un centre et d'une équipe de recherches techniques médico-chirurgicales

NOS CONDITIONS ACTUELLES DE RECHERCHES

Les recherches que nous avons résumées ci-dessus ont été poursuivies par nous durant les deux ans qui précédèrent la guerre, et au retour de captivité, durant cette année 1942. Nous avons travaillé dans la plus complète solitude : nos seuls collaborateurs sont les ouvriers auxquels nous rendons hommage en tête de ce travail. Et même ces derniers n'ont guère pu nous aider pour la réalisation de notre dernier prototype. Aussi, après avoir conçu notre appareil, après avoir cherché longuement une documentation insuffisante et éparpillée sur l'état actuel de la question, nous avons dû le dessiner nous-même pièce par pièce ; puis nous avons dû nous mettre seul devant l'étau, le tour et la fraiseuse, pour en poursuivre nous-même la réalisation. Puis, quittant l'atelier pour l'hôpital, nous avons commencé une nouvelle série d'essais.

Ces conditions de travail sont mauvaises : nous avons fait seul le travail d'une équipe composée au minimum par un médecin, un ingénieur, un secrétaire et un ajusteur. Tout l'outillage nécessaire nous faisant défaut. Le résultat, c'est que tout est mal fait, tout est inachevé, tout est à recommencer, après trois ans d'efforts sur une question tout à fait

limitée, qui aurait dû recevoir une solution satisfaisante en quelques mois. Autre conséquence : suffisamment occupé par nos recherches, nous avons dû négliger la question matérielle, en sorte que nous nous trouvons contraint, tout à coup, d'interrompre notre travail pour gagner notre vie .

Pourquoi avons-nous été si isolé ? Parce que cette équipe, dont nous parlions, n'existe pas, du moins en France. Et pourtant, que de recherches à faire dans le domaine de l'instrumentation médico-chirurgicale, que de progrès à accomplir !

CREATION, PAR UN CHIRURGIEN, D'UN NOUVEL INSTRUMENT

C'est d'abord, par exemple, presque chaque jour un chirurgien qui a besoin d'un instrument nouveau, qu'il conçoit avec plus ou moins de précision, mais rarement dans tous ses détails de réalisation. S'il est fortuné, il s'adresse à un constructeur ; celui-ci interprète plus ou moins bien la pensée du chirurgien, et voilà bientôt un nouvel instrument sur le marché, qui répond rarement à l'idée que le chirurgien s'en était faite. Quelques chirurgiens obstinés parviennent, après plusieurs essais infructueux, à voir enfin leur idée réalisée, mais à quel prix et après combien de temps perdu ! Et souvent, ils apprennent alors incidemment qu'un instrument presque identique a été réalisé depuis vingt ans en Russie, en Amérique ou au Japon, ou depuis quatre siècles par Ambroise Paré.

MULTIPLICITE DES INSTRUMENTS PRESQUE IDENTIQUES

Aussi, il existe, pour beaucoup de sortes d'instruments, un grand nombre de modèles ne différant que par d'infimes détails, et dont les constructeurs sont cependant obligés de poursuivre la fabrication, puisqu'aucune rationalisation n'intervient jamais. Il est insensé de poursuivre la fabrication de telle pince, alors que telle autre la remplace parfaitement tout en ayant sur elle quelques avantages, uniquement « parce

qu'elle est encore demandée ». Actuellement, la boutique d'un fabricant d'instruments est un véritable musée où l'on fabriquerait des copies de tous les objets accumulés depuis plusieurs siècles.

Presque tous les instruments médico-chirurgicaux sont forgés un à un, puis ajustés à la lime, ce qui revient fort cher. Quelques-uns sont ébauchés à la presse, ce qui, déjà, diminue le prix de revient, à condition qu'il s'en vende assez pour amortir « l'outil à découper », qui coûte très cher et qui ne pourra jamais découper qu'une seule forme de pièce.

Mais, d'instruments construits vraiment en série, il n'y en a pas du tout, et pourtant ce serait possible pour plusieurs centaines d'instruments courants, si, pour chacun, on pouvait déterminer, parmi les cinq ou six modèles presque identiques en usage, celui qui mérite de devenir le type standard. Si cela était possible, l'instrument, construit en série, reviendrait, suivant les cas, de 10 à 100 fois moins cher que l'instrument fait à la main, tout en atteignant une perfection bien plus grande.

UNE EQUIPE POUR L'ETUDE DES INSTRUMENTS NOUVEAUX

Voilà plusieurs aspects d'un même problème : comment le résoudre ? Nous croyons qu'il faudrait constituer une équipe de recherches techniques médico-chirurgicales, et lui donner les outils de travail nécessaires. Réduite à un minimum schématique, cette équipe doit comprendre un médecin, un ingénieur, un secrétaire et un ouvrier.

Au secrétaire incombe, du moins au début, la tâche la plus lourde : constituer une documentation universelle sur l'instrumentation médico-chirurgicale existante, et ensuite, la tenir à jour.

CREATION ET REALISATION D'UN APPAREIL NOUVEAU PAR L'EQUIPE

Le médecin reçoit les demandes d'appareils à créer. Il confronte chaque demande avec tout ce qui existe d'analogue actuellement dans le monde : souvent, il trouve que l'appareil

reil a déjà été inventé ; en tout cas, si l'idée est nouvelle, il part d'une base solide pour étudier, en équipe avec l'ingénieur, le dessin du nouvel appareil. Ce dessin, arrêté en commun, est exécuté par l'ouvrier, étroitement secondé par l'ingénieur, et le médecin, qui suit de près la réalisation, propose, alors qu'il est encore temps, d'utiles modifications qui évitent bien souvent de tout recommencer. L'appareil terminé est mis entre les mains du demandeur, qui l'essaie en collaboration avec le médecin de l'équipe: les défauts sont analysés et l'appareil, repris par l'équipe, est modifié jusqu'à complète satisfaction.

L'APPAREIL EST LIVRE ENSUITE AUX CONSTRUCTEURS

D'autre part, l'ingénieur compare le nouvel appareil avec les appareils déjà existants, pour déterminer s'il y a des caractères nouveaux assez nets et assez intéressants pour justifier la prise de brevets. Si c'est le cas, il les dépose au nom du demandeur, en réservant par contrat une part fixée à l'avance des bénéfices provenant de ces brevets au profit de l'équipe.

L'appareil réalisé est décrit avec détails dans le bulletin de l'équipe, qui assure à l'invention la diffusion dans le monde et facilite, dans le cas d'un appareil breveté, la vente de licence dans les divers pays.

ETUDE, PAR L'EQUIPE, DE LA STANDARDISATION DES APPAREILS EXISTANTS

L'équipe, grâce à sa documentation universelle, est en mesure de comparer les divers modèles existant pour chaque instrument qu'il paraît désirable de standardiser. Parfois, l'un des modèles réunit toutes les qualités ; parfois, au contraire, chaque modèle a ses avantages. Dans ce dernier cas, l'équipe cherche à créer un instrument nouveau réunissant les qualités éparses dans les modèles existants ; puis elle offre le résultat de ses recherches à l'opinion médicale par le moyen de son bulletin, centralise les réponses, perfectionne encore, grâce à celles-ci, le futur modèle standard, établit un dessin définitif, le réalise, en poursuit les essais jusqu'à

parfaite satisfaction, et publie enfin la description détaillée de l'instrument standardisé.

Nous voudrions voir ce projet réalisé en France maintenant, car à notre génération incombe la tâche de maintenir la France au premier rang des grandes nations, et nous croyons que notre équipe pourrait y contribuer, à condition qu'elle soit bien composée et bien outillée.

CONCLUSION

I. — TRANSFUSIONS DE SANG PUR

1.) La vitesse optima pour pratiquer la transfusion de bras à bras, sans anticoagulant, est un compromis entre deux desiderata difficiles à concilier :

— *injecter le sang le moins modifié possible*, et surtout sans la moindre particule de fibrine coagulée ;

— *l'injecter lentement*, car l'injection rapide de sang peut déterminer un choc, au même titre que toute injection intraveineuse d'albumine étrangère.

2.) L'appareil le plus propre à concilier ces deux desiderata sera conçu pour réduire au minimum les dangers de coagulation. Il devra réunir les qualités suivantes :

a) *Trajet du sang le plus simple possible*, tout coude, changement de calibre ou de matière du conduit favorisant la coagulation ;

b) *Trajet du sang le plus court possible* : plus la capacité totale de l'appareil est réduite, plus est court le temps que met le sang à le traverser, pour une vitesse d'injection donnée ;

c) *Débit uniforme* ; ainsi, même s'il se produit un dépôt fibrineux sur une paroi de tube ou d'aiguille, cet enduit ne sera pas décollé de son point de formation, ni chassé dans les veines du patient ;

d) *Nettoyage parfait intégralement contrôlable*, car la moindre parcelle de fibrine restée dans l'appareil peut être le point de départ d'une coagulation.

3.) Dans un appareil de notre construction, nous avons tenté de réunir ces qualités : le sang y parcourt seulement un tube de gomme transparente, d'une capacité totale de 1,5 centimètre cube d'aiguille à aiguille, avec un débit parfaitement uniforme.

L'emploi d'un tel appareil, avec une technique réglée, donne les suites opératoires suivantes :

a) *Jamais de réaction post-transfusionnelle avec grand frisson et élévation de température supérieure à 1°5, tant qu'on ne dépasse pas la vitesse de 33 cc. à la minute ;*

b) *A la vitesse de 33 cc. minute, 6 % des malades présentent une petite réaction caractérisée habituellement par une élévation de température nulle ou modérée, et un frisson de 5 à 15 minutes ;*

c) *Ces malades hypersensibles ne présentent plus de réaction post-transfusionnelle, si la transfusion est faite à la vitesse de 8 cc. à la minute.*

II. — INJECTIONS INTRA-VEINEUSES CONTINUES

Ce sont des difficultés techniques qui ont empêché la généralisation de la thérapeutique par injections intra-veineuses continues de longue durée. Ici encore, on rencontre deux desiderata difficiles à concilier :

1° *Eviter tout arrêt dans le cours de l'injection, sinon le sang veineux reflue dans le trocart, s'y coagule et le bouche ;*

2° *Injecter très peu de liquide à l'heure, sinon apparaît en cours d'injection, généralement le 2° jour, une réaction locale phlébitique.*

Avec notre pompe à débit uniforme, entraînée au moteur, nous avons eu l'occasion de poursuivre sans interruption jusqu'à six jours consécutifs, des injections intra-veineuses à la vitesse de 15 cc. à l'heure. Bien que dans certains cas les solutions employées fussent assez irritantes (dagénan et thio-samide sodiques par exemple), nous n'avons constaté à cette vitesse aucune réaction fâcheuse, ni locale, ni générale.

Vu : *Le Doyen,*
A. BAUDOUIN.

Vu : *Le Président de Thèse,*
ABRAMI.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
GIDEL.

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie ci-dessous est limitée aux publications récentes concernant les appareils, techniques et suites opératoires des transfusions et des injections intra-veineuses lentes. Nous avons éliminé dans la mesure du possible, comme ne se rapportant pas à notre sujet, les publications concernant les transfusions de sang citraté ou hépariné. Pour les publications plus anciennes, on consultera les bibliographies du Traité de la transfusion de JEANNENEY et la Thèse de SALLET sur les injections intra-vasculaires lentes.

1° TRAVAUX D'ENSEMBLE SUR LA TRANSFUSION

- JEANNENEY et RINGENBACH : Traité de la transfusion sanguine. (Paris, Masson, 1940.)
KÆNIG : Bibliographie sur la transfusion. (Léningrad, Institut de la Transfusion, 1935.)
LEVINI et KATZIN : Statistiques hospitalières américaines. (*J. A. M. A.*, 110 p., 1242, 16 avril 1938.)
RIDDEL et HORSLEY : Transfusion. (Oxford, 1939.)
MONTIS (DE) : Transfusion dans les maladies infectieuses. (*Thèse Paris*, 1941.)
SCHNID : Etat actuel de l'étude de la transfusion. (*Med. Klinik*, p. 433 et 456, 19 et 26 avril 1940.)
2° Congrès International de la Transfusion. (Paris, Baillière, 1939.)

2° NOUVEAUX APPAREILS DE TRANSFUSION

- BAUOE : Appareil (sang pur). (*Policlinico* (seiz prat.), 45 p., 1182-1190, 20 juin 1938.)
BAUDRY DE SAUNIER : L'appareil Henry Jouvelet (principe de l'appareil Le Noël; brochure publicitaire). (Paris, Flammarion, 1936.)
BIEDERMANN : Appareil de guerre. (*Chirurg.*, 11, p. 654-656, 4 sept. 1939.)
BRAUN : Technique simplifiée de transfusion, d'après Burkle de la Camp. (*Münch. Med. Wchnschr.*, 88 p., 840, 25 juillet 1941.)
BRIEM : Appareil (sang pur). (*Zentralbl. f. Gynäk.*, 62 p., 2548-2555, 12 novembre 1938.)

- CLÉMENS : Appareil et technique. (*Klin. Wchnschr.*, 20 p., 171, 15 février 1941.)
- CRUCHET : Vitesse d'écoulement. (*Journ. Méd. de Bordeaux*, 117, p. 660, 21 décembre 1940.)
- DANITCH : Appareillages de guerre. (*Rev. Internat. Croix-Rouge*, 20 p., 1100-1111, décembre 1938.)
- DURAND : Appareil. (*Le Scalpel*, 94 p., 1018, 10 juillet 1941.)
- EGGSTON : Appareil. (*M. Rec.*, 145, p. 76, 20 janvier 1937.)
- ERB : Appareil de Bernstein. (*Arch. f. Klin. Chir.*, 186, p. 212-215, 1936.)
- GœPEL : Appareil. (*Zentralbl. f. Chir.*, 65, p. 406-408, 19 février 1938.)
- HUSTIN : Appareil (principe de l'appareil Le Noël). (*Presse Méd.*, 47, p. 38, 7 janvier 1939.)
- KREINER et NEURANTER : Tube. (*Wien. Klin. Wchnschr.*, 50, p. 222-226, 19 février 1937.)
- LAVAGA : Appareil (sang pur). (*Prensa Med. Argent.*, 24, p. 2454-2456, 22 décembre 1937.)
- Nouvelle méthode (sang pur). (*Semana Med.*, 2, p. 88-94, 13 juill. 39.)
- LUNDY et ROGERS : Appareil (pour injections rapides). (*Proc. Staff. Meet. Mayo Clin.*, 13, p. 726-727, 16 novembre 1938.)
- MARTINEZ Jr. et Paz : Appareil. (*Semana Med.*, 1, p. 139-141, 19 janvier 1939.)
- MORSE : Appareil (sang pur). (*Surg. Gynec. and Obst.*, 67, p. 813-817, décembre 1938.)
- NEUMANN : Appareil et technique. (*Rev. Med. del Rosario*, 26, p. 756-776, août 1936.)
- RIDDEL : Pompe rotative. (*Brit. M. J.*, 1, p. 1125-1129, 3 juin 1939.)
- SEREGHY : Appareil (sang pur). (*Zentralbl. f. Chir.*, 64, p. 419-420, 13 février 1937.)

3° GÉNÉRALITÉS SUR LES SUITES DE TRANSFUSIONS

- AGASSE-LAFONT : Incidents et accidents. (*Monde Méd.*, Paris, 49, p. 914-928, décembre 1939.)
- DINKLER : Sémiologie des maladies post-transfusionnelles (gastro-entérite, hypochlorémie, glomérulo-néphrite hémorragique). (*Ztsch. f. Klin. Med.*, 134, p. 385-392, 1938.)
- FANTAS, SEED et SCHIRMER : Essai de classification des réactions post-transfusionnelles. (*Arch. Path.*, 26, p. 160-164, juillet 1938.)
- JEANNENEY : Densité sanguine au cours du choc post-transfusionnel. (*Journ. Méd. de Bordeaux*, 117, p. 678, 21 décembre 1940.)
- JEANNENEY, WANGERMEZ et RINGENBACH : Relation des charges électriques avec le choc post-transfusionnel. (*Compte rendu Acad. des Sc.*, 208, p. 1538-1540, 8 mai 1939.)
- LACOSTE et BARROUX : Les néphrites de la transfusion, leur traitement chirurgical. (*Presse Méd.*, 49, p. 1343, 16 décembre 1941.)
- MOUREAU, BALGAINE et CHRISTIAENS : La question des donneurs universels dangereux. (*Presse Méd.*, 46, p. 958-960, 18 juin 1938.)
- ROTH et SCHUMACHER : Causes des réactions fébriles tardives. (*D. Med. Wchnschr.*, p. 675, 21 juin 1940.)

- SAYE : Réactions post-transfusionnelles. (*J. South Carolina M. A.*, 34, p. 309-311, décembre 1938.)
- STERN et BATES : Urticaire. (*Lancet*, 1, p. 319-320, 5 février 1938.)
- TASSOVATZ (S. et B.) : Incompatibilité plasmatique. (*Arch. Méd. des Enf.*, 40, p. 803-808, décembre 1937.)

4° ACCIDENTS POST-TRANSFUSIONNELS

- BALGAINE, PRIESSEN et CHRISTIAENS : Etude biologique de 2 cas d'intolérance. (*Bull. et Mém. Soc. Méd. des Hôp. de Paris*, 55, p. 512-518, 3 avril 1939.)
- BAKER : Anurie. (*Lancet*, 1, p. 1390-1394, 12 juin 1937.)
- BENDA, DEPIRE et LIOVICI : Choc mortel au cours d'une perfusion. (*Bull. et Mém. Soc. Méd. des Hôp. de Paris*, 55, p. 1250-1255, 10 nov. 1939.)
- BOIDIN, BOUSSA et DELZART : Collapsus mortel. (*Soc. Méd. d. Hôp. de Paris*, séance du 14 novembre 1941.)
- BORST : Embolie gazeuse. (*Nederl. Tijds. u. Genesk.*, 85, p. 4050, 18 octobre 1941.)
- BRULL, DUMONT et MOUREAU : Accidents graves lors de transfusions de groupe à groupe (avec étude biologique). (*Le Sang*, 14, p. 553, 1941.)
- LHERMITE et CLIQUET : Hémiplegies. (*Rev. Neurol.*, 72, p. 56-57, juill. 39.)
- MILARAS : Spasme rétinien bilatéral. (*Bull. Soc. Opht. de Paris*, 51, p. 319-320, avril 1939.)
- OSWALD et SIMONIN : Choc (1 cas après transfusion de sang de donneur universel). (*Strasb. Méd.*, 98, p. 56-57, 15 février 1938.)
- PYGTT : Deux cas de mort. (*Brit. Med. Journ.*, 1, p. 496-497, 6 mars 1937.)
- ROUFFART MARIN : Thrombose mitrale. (*Bruxelles Méd.*, 19, p. 1090-1091, 2 juillet 1939.)
- SŒUR : Un cas de mort. (*J. de Chir. et Ann. Soc. Belge de Chir.*, 37, p. 139-143, avril 1938.)
- SUREAU et DE MONTIS : Choc très grave avec agglutination *in vivo* des hématies du receveur. (*Le Sang*, 14, p. 575, 1941.)
- Réactions d'intolérance polymorphes et anormalement prolongées à la suite d'une transfusion. (*Le Sang*, 14, p. 573-574, 1941.)

5° TRAVAUX D'ENSEMBLE SUR LES I. V. L.

- BAUDOUIN, LEWIN et AZERAD : Insuline en I. V. L. (*Presse Méd.*, 47, 7 mai 1938.)
- FERNANDEZ et VEPPA : I. V. L. (*Semana Med.*, 2, p. 1141-1158, 18 novembre 1938.)
- LOEPER, VARAY, BRAULT, LEDOUX-LEBARD et VIGNALOU : Nouvelles applications des I. V. L. (*Bull. et Mém. Soc. Méd. des Hôp. de Paris*, 35, p. 302-312, 6 mars 1939.)
- SALLET : Injections continues intra-vasculaires en physiologie et en thérapeutique. Application au traitement des états de choc par l'adrénaline. (*Thèse Paris*, 1936.)

6° NOUVEAUX APPAREILS POUR I. V. L.

- BAUMINGER : Appareil (*Zentralbl. f. Chir.*, 66, p. 542-544, 11 mars 1939.)
CORONEL : Appareil. (*Presse Méd.*, 47, p. 1363-1364, 20 septembre 1939.)
KATZ : Appareil. (*Sciences*, 89, p. 63-64, 20 janvier 1939.)
MARTINETTI : Technique. (*Policlinico* (sez. prat.), 46, p. 1345-1347, 24 juillet 1939.)
TOD et MILLAR : Appareil. (*Lancet*, 1, p. 1160, 20 mai 1939.)
ZAMBONI : Deux burettes à vitesse constante. (*Bull. Soc. Ital. Biol. Sper.*, 14, p. 416-419, juin 1939.)

7° AIGUILLES POUR I. V. L.

- BAUGERTER. (*Schweiz. Med. Wchnschr.*, 68, p. 940, 6 août 1938.)
COHEN. (*J. Pédiat.*, 12, p. 527-528, avril 1938.)
KARELITZ. (*J. Pédiat.*, 10, p. 396-397, mars 1937.)
KOLFF. (*Lancet*, 2, p. 1176, 2 décembre 1939.)
ODEN. (*J. Michigan M. Soc.*, 38, p. 221, mars 1939.)
SIGGERS. (*Lancet*, 1, p. 29-30, 7 janvier 1939.)
SOUPAULT. (*Presse Méd.*, 50, p. 366, 20 mai 1942.)
WARING. (*Lancet*, 2, p. 1180, 19 novembre 1938.)

8° ACCIDENTS CONSÉCUTIFS A DES I. V. L.

- FUCHSIG : Phlébite brachiale et embolie pulmonaire fatale, 1 cas. (*Zentralbl. f. Chir.*, 66, p. 355-359, 18 février 1939.)
NELSON-FRISSON : Rôle des germes contenus dans l'eau injectée. (*J.A.M.A.*, 112, p. 1303-1306, 8 avril 1939.)

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
CHAPITRE I. — Point de départ de nos recherches et principes de nos appareils	9
— II. — Description de notre dernier prototype.....	26
— III. — Techniques de transfusion que nous avons employées avec nos appareils	35
— IV. — Suites opératoires au cours de nos observations personnelles de transfusions	42
— V. — Injections intra-veineuses continues avec nos appareils	51
PREMIER APPENDICE. — Projet d'appareillages simples pour injections intra-veineuses continues	57
DEUXIÈME APPENDICE. — Pour la création d'un centre et d'une équipe de recherches techniques médico-chirurgicales	60
CONCLUSION	68
BIBLIOGRAPHIE	68

